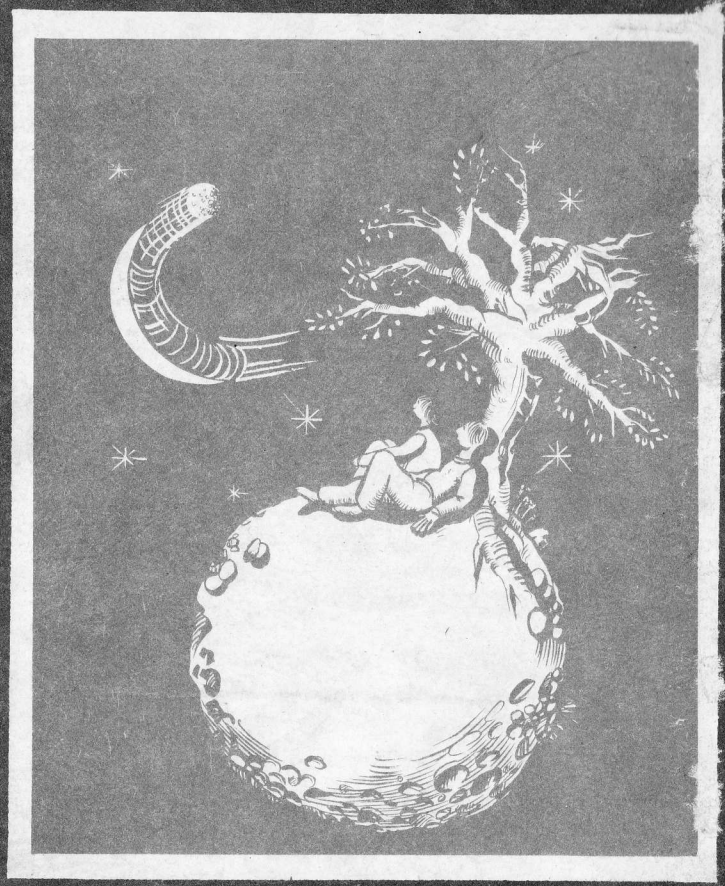

Mihai E. Şerban

OMUL ŞI ASTRELE

dacia

CUVÎNT CĂTRE CITITOR

Cosmonauții — singurii pămînteni care au depășit mirifica iluzie terestră — au adus cu ei imaginea dezolantă a unui Cosmos întunecat și rece, în care nici stelele nu mai au pîlpîirea gingașă și complice cu care ne alintă momentele de singurătate nocturnă.

În schimb, în apropierea lor se afla personificarea însăși a frumuseții și bogăției, măruntă ca dimensiuni, dar imensă prin locul pe care îl ocupa în inima lor: Terra. Albastrul apelor, verdele cîmpiilor și albul zăpezii contrastau dramatic cu pustietatea neagră a spațiului fără sfîrșit, animată numai de primejdii fără nume.

Să-i înțelegem pe acești minunați deschizători de drumuri. În acele momente de trăire intensă, ei nu s-au mai gîndit la rolul primordial, de principiu fecund, pe care l-a jucat Cosmosul în formarea sistemului solar și a Terrei, în apariția și dezvoltarea vieții, în istoria speciei care astăzi, înarmată cu forța prospectivă a rațiunii științifice, îl găsește neprietenos și rece.

Fără teama de a greși, putem afirma că nu a existat un pas al vieții pe această planetă care să nu fi fost influențat de amploarea nemărginită a fenomenelor care se petrec la scară cosmică. În virtutea acestei constatări, cosmosul trebuie înțeles cu adevărat, meritînd chiar reconsiderarea modului în care îl abordăm în modestele noastre încercări de părăsire a leagănului planetar.

Într-un astfel de context, însăși ființarea acestui leagăn planetar devine o aventură exemplară și irepetabilă, făurită sub impulsul unor evoluții cosmice pe care numai acum avem posibilitatea să le cunoaștem și să le înțelegem. Existînd în domeniul de intersecție al acestor influențe, planeta noastră este deținătoarea unui destin care, fără îndoială, o individualizează în rîndurile bogate ale vetrelor de viață ale cosmosului.

Căci, oricît de bogate ar fi aceste rînduri, trebuie să devenim conștienți de realitatea unicității noastre. Și atunci cînd vom înțelege că, oricît am căuta pe cărările de lumină ale Universului, avem șanse cu totul neînsemnate de a întîlni o planetă identică cu a noastră și semeni întru totul asemănători nouă, se va dezvolta poate un sentiment fructuos de interes pentru destinul complex al planetei noastre, și de responsabilitate față de menirea pe care o deține specia umană în răspîndirea focului viu al rațiunii în acest unghi de galaxie.

Ne aflăm acum la una din cele mai importante răscruci ale prodigiosului drum care, născut din îmbrățișarea fierbinte a pulberii de stele, se va încheia tot în preajma stelelor. Sau, metaforic și îndrăzneț vorbind, deasupra stelelor.

Nu pare a fi nimic deplasat într-o astfel de afirmație: întregul trecut și întregul viitor al speciei noastre sînt indisolubil legate de Cosmos.

Venim din stele și ne îndreptăm spre stele.

AUTORUL

CUPRINS

UNIVERSUL ȘI MATERIA

1. Dinamica Universului 11
2. Fenomene stranii 16
3. Alcătuirea Universului 18
4. Viitorul Universului 25
5. Sistemul solar 29

MATERIA ȘI VIAȚA

1. Retortele Universului 36
2. Suveranul carbon 38
3. Viața 40
4. Viața în cosmos 43
5. Familia Soarelui 47
6. Din nou despre viață 63
7. Apa 65
8. Structura materiei vii 69
9. Viața văzută din afară 75
10. Viața în sistemul solar 82

VIAȚA ȘI TERRA

1. Terra — planetă norocoasă 92
2. Corabia astrală Terra 95
3. Viața în Soare 103
4. Călătorie în trecut 107
5. Originea vieții 111
6. De la celulă la organism 120
7. Viața venită din cosmos 129
8. Viața — fenomen global 137
9. Cine i-a ucis pe dinozauri? 154

TERRA ȘI OMUL

1. Originea omului 166
2. Înger sau demon? 173
3. Maimuța înțeleaptă 192
4. Urme în timp 204

OMUL ȘI UNIVERSUL

1. Cosmosul — o deschidere necesară 236
2. Umanizarea cosmosului 243
3. Semenii întru rațiune 263
4. Moartea pițigoiului 282
Bibliografie 290
Anexe 293

UNIVERSUL ȘI MATERIA

La început a fost Universul.

„Înainte de mare și de pământ și de cerul care le înfășoară cu totul, natura avea aceeași înfățișare în Universul întreg căruia i se zicea Haos: o grămadă grosolană, informă, greoaie, inertă, în care zăceau amestecate fără nici o legătură de armonie elementele potrivnice. [...] Elementele nu aveau nici o formă deslușită, ele se vătămau unele pe altele; și în același corp, frigul și căldura se războiau, la fel ca și umezeala cu uscăciunea, substanțele moi cu substanțele tari, cele grele cu cele ușoare". (Publius Ovidius Naso, *Metamorfozele*, I, 1)

Tabloul pe care ni-l descrie ilustrul poet roman nu se deosebește în mod esențial de concepția modernă asupra momentelor de început ale Universului. Cu toate că descrierii făcute de către Ovidiu, i se pot imputa multe inexactități sau exprimări naive, trebuie să recunoaștem că nici știința zilelor noastre nu a reușit să arunce suficientă lumină asupra unor lucruri petrecute cu 15 miliarde de ani în urmă.

Dar „... grămada grosolană, informă, greoaie și inertă" despre care scria Ovidiu pare să fi fost o realitate, fiindcă cea mai populară teorie cosmogonică a zilelor noastre afirmă că în acele vremuri îndepărtate întreaga materie din Univers se găsea concentrată într-un „atom primar", o uriașă bulă de foc cu fantastica temperatură de 10^{28} °K.

Aici a putut fi punctul de plecare al actualei aventuri universale, sub forma unei gigantice explozii care a declanșat expansiunea rapidă în Cosmos a materiei. Majoritatea astronomilor consideră această teorie, plastic denumită „Big-Bang", ca fiind un răspuns satisfăcător la întrebările pe care le ridică istoria primordială a Universului.

DINAMICA UNIVERSULUI

Legitățile care guvernează momentul de început al Universului și actuala sa înfățișare sînt un punct fierbinte al fizicii contemporane. Cei care au deschis calea pătrunderii acestor legități sînt un fizician german (Doppler) și unul francez (Fizeau), descoperitorii unui efect aparte, care le poartă numele și care a făcut o strălucitoare carieră în astrofizica contemporană.

Conform efectului Doppler-Fizeau, în cazul unei surse de radiații luminoase care se apropie de noi, lungimea de undă a acestor radiații ne pare mai scurtă, în timp ce în cazul depărtării aceleiași surse, radiațiile par a avea lungimea de undă mai mare. Tot efect Doppler-Fizeau este ascuțirea șuieratului emis de o locomotivă care se apropie de un observator, și îngroșarea sunetului respectiv cînd locomotiva se îndepărtează.

După cum rezultă din legea formulată de fizicianul american E. Hubble, toate galaxiile se îndepărtează constant de noi, ca și cum s-ar teme sau ne-ar evita. Totul nu este decît o falsă impresie, rezultat al perpetuării în mințile noastre a unui mod de gîndire inspirat de fizica newtoniană.

Astfel, să presupunem că pe o suprafață plană sînt lăsate să cadă grupat cîteva bile perfect lustruite. În mod normal, ele se vor răspîndi pe suprafața respectivă, și oricine va putea trage concluzia că, cu cît viteza lor este mai mare, cu atît ele vor ajunge mai departe unele de altele.

Legea lui Hubble, operînd într-un spațiu tridimensional, răstoarnă această ultimă etapă a raționamentului clasic: cu cît un corp celest este mai îndepărtat de noi, cu atît viteza sa relativă crește. Să considerăm, de exemplu, un balon dintre cele obișnuite, pe suprafața căruia sînt pictate buline. În timpul umflării balonului, volumul acestuia crește (o situație perfect similară cu expansiunea Universului), iar bulinele se îndepărtează una de alta (fapt care se petrece și în complexa lume a galaxiilor). Îndepărtarea are un aspect uniform și constant, cu mențiunea că punctele mai îndepărtate se îndepărtează cu o viteză mai mare decît punctele situate mai aproape.

În ultimă instanță, legea lui Hubble este o lege de proporționalitate în mișcarea galaxiilor în Univers, fiind, în întregime, o veritabilă lege universală. Proporționalitatea despre care vorbim se realizează prin estimarea valorii constantei

lui Hubble, pe care acesta a stabilit-o inițial la 150 km/s pentru fiecare 1 milion de ani-lumină depărtare. Studii mai recente desfășurate cu ajutorul celor mai moderne telescoape și radio-telescoape au stabilit valoarea constantei lui Hubble între 15 și 30 km/s pentru fiecare 1 milion de ani-lumină depărtare.

Determinarea exactă a constantei lui Hubble are o mare importanță, căci o valoare corect calculată a acesteia ne poate oferi importante concluzii nu numai asupra actualei stări a Universului, ci și asupra trecutului său, răspunzînd astfel unei întrebări fundamentale: este expansiunea Universului accelerată sau încetinită?

Pentru a răspunde unei astfel de întrebări, este necesară studierea luminii care ne parvine de la galaxii aflate la miliarde de ani lumină de noi, pentru a determina evoluția vitezei relative a acestora. Din păcate, datele pe care le deținem nu permit extragerea de informații clare, făcîndu-ne totuși să înțelegem cît de importantă poate fi viteza de expansiune. Astfel, dacă viteza scade, ne putem imagina un moment de echilibru, după care ar urma o perioadă de contracție, de strîngere a întregii materii universale într-un nou „atom inițial". Dimpotrivă, dacă viteza se află în creștere, urmează o rarefiere accentuată a Universului, care și în momentul actual are o densitate care ne poate părea derizorie: un cub cu latura de 200.000 km, de-abia dacă conține 1 gram de materie!

Cu toate acestea, această valoare pare încă prea mică pentru a opri expansiunea Universului, care continuă să împingă noi și noi galaxii în nemărginire.

Valoarea constantei lui Hubble are implicații deosebite și în problema determinării vîrstei Universului aflat în expansiune. Luînd ca premisă expansiunea cu viteză constantă a Universului, se poate determina momentul inițial, în care a început expansiunea. Considerînd H egal cu 30 km/s, pentru fiecare milion de ani-lumină, atunci vîrsta Universului este egală cu timpul necesar străbaterii distanței de un milion de ani-lumină cu viteza de 30 km/s. Calculul nu este greu de efectuat și rezultatul lui ne indică că Universul are vîrsta de aproximativ 10 miliarde de ani.

Desigur, aceasta în situația în care viteza de expansiune s-a menținut constantă din momentul „Big-Bang"-ului și pînă azi. În cazul unei mișcări accelerate, Universul trebuie să fi început mai de mult, în urmă cu 13—15 miliarde de ani, iar

în cazul unei mișcări încetinite, în urmă cu 6—7 miliarde de ani.

Dar sînt argumente serioase care pledează pentru o mișcare accelerată. Astfel, în galaxia noastră există stele despre care se știe că au luat naștere în urmă cu 15 miliarde de ani, ceea ce fixează și nașterea galaxiei noastre cel puțin în momentul respectiv. În aceste condiții, nu mai putem lua în considerare decît ipoteza expansiunii accelerate, fapt care plasează începutul Universului în urmă cu peste 15 miliarde de ani.

Unanim acceptat pînă la începutul deceniului 8 al secolului nostru, sistemul cosmogonic bazat pe teoria expansiunii Universului se află actualmente în vizibilă scădere de audiență. Și acest lucru nu este de mirare, dacă avem în vedere faptul că teoria „Big-Bang"-ului este infirmată de o serie de elemente din domeniul fizicii moderne și al filozofiei.

Importantele cuceriri teoretice ale fizicii contemporane, și în primul rînd teoria relativității generalizate, elaborată de către Albert Einstein, arată că deplasarea spre roșu a luminii s-ar putea datora tot atît de bine și unui efect relativist de masă, sub influența cîmpurilor gravitaționale pe care trebuie să le parcurgă lumina în lungul său drum către noi. Totodată, nu trebuie să neglijăm nici incidența unor altor fenomene, cu o mare probabilitate de producere, cum ar fi: absorbția și difuzia luminii în spațiile interstelare, sau „îmbătrînirea" luminii (datorată împrăștierii vitezelor pe parcurs).

Faptul că teoria lui Hubble este din ce în ce mai constructiv combătută în ultimul timp nu trebuie să ne surprindă, căci tot mai numeroase sînt datele rezultate din observațiile astronomice care infirmă această teorie. O astfel de observație, efectuată în cursul anului 1979, a avut ca și obiect o stea de magnitudine 14, denumită codificat SS 433, și situată într-o zonă periferică a Galaxiei noastre, la o distanță aproximativă de 10.000 de ani-lumină de sistemul solar.

Odată catalogată, această stea a ieșit din sfera interesului astronomic, fiind cunoscută drept o stea obișnuită, alcătuită din hidrogen și heliu, asemenea tuturor stelelor din Galaxia noastră. Însă în anul 1978, un grup de observatori de la „University of California and Los Angeles", concentrîndu-și în mod întîmplător atenția și radiotelescopul asupra stelei amintite, au surpriza de a constata emisia unei radiații radio de o neobișnuită intensitate, caracteristică numai pulsarilor.

Cercetătorii au continuat observațiile cu ajutorul telescopului instalat la Observatorul Lick din California. Și șirul surprizelor a continuat, analiza spectrală a luminii emise de steaua SS 433 deosebindu-se net de imaginea pe care ar fi trebuit s-o ofere spectrul unei stele din categoria respectivă. Astfel, în spectrul stelei s-au descoperit cîteva linii de emisie strălucitoare, care nu corespund nici unui element chimic cunoscut nouă.

Același spectru despre care aminteam mai sus prezintă un fenomen cu totul remarcabil, și anume o deplasare spre ambele capete ale sale! Anume, în spectru coexistă atît linii de emisie deplasate spre roșu (ceea ce, conform teoriei lui E. Hubble, ar însemna că steaua se îndepărtează de noi), cît și linii de emisie deplasate spre violet (deplasare care arată că steaua s-ar apropia de Terra cu fantastica viteză de 50.000 de km/s)!

Natura fizică a acestui fenomen a constituit un mare semn de întrebare pentru astronomi, întrucît observațiile anterioare eliminau posibilitatea ca steaua SS 433 să fie un quasar, un pulsar, o stea eruptivă sau neutronică. Fără a ne apleca prea mult asupra problemelor deosebite pe care le ridică spectrul radiației luminoase al stelei SS 433, vom nota numai faptul că particularitățile acestuia dau o serioasă lovitură teoriei formulate de către E. Hubble, asociind două fenomene pe care această teorie le consideră a fi diametral opuse.

Dar nu numai fizica este interesată în evaluarea teoriei expansiunii Universului, ci și filozofia, care în domeniul cosmologiei caută răspunsuri la o serie din întrebările sale fundamentale. De aceea, unele abordări ale problemei din unghi filozofic își exprimă de la bun început îndoiala asupra certitudinii extinderii valabilității efectului Doppler-Fizeau la scara întregului Univers. Observația este foarte justă, căci datele de observație ne arată că expansiunea este un fenomen cert numai la scara Metagalaxiei.

Interpretînd tezele teoriei lui Hubble, mulți cercetători au ajuns la concluzia că expansiunea Metagalaxiei va continua pe seama energiei dezvoltate de explozia inițială și a energiei radiante, pînă cînd aceste forțe vor fi învinse de atracția gravitațională, care va determina concentrarea materiei Metagalaxiei într-un nou „atom inițial". (În total, acest ciclu este apreciat la 80 miliarde ani).

Iată deci că se statuează ciclitatea evoluției Metagalaxiei, fapt care nu este totuși suficient argumentat prin teoria lui E. Hubble. Ciclitatea perfectă poate constitui o lege a evoluției numai pentru un sistem dinamic închis, în care sursa dezvoltării este dialectica diferitelor sale stări. Ori, în cazul Metagalaxiei, care nu este un sistem închis (în timp ce Universul, datorită unicității sale, poate fi considerat a fi un astfel de sistem), nu putem avea certitudinea unei ciclități de această natură. Dacă vom continua raționamentele pe această linie, vedem că teoria lui E. Hubble ne conduce la o dialectică inedită a triadei materie-timp-spațiu, căci, chiar dacă prin ea avem o confirmare a principiilor materialismului dialectic de unitate materială a Universului și de dezvoltare prin mișcare a materiei, problema spațiului și a timpului rămîne în suspensie.

De ce afirmăm aceasta? Un caz particular va arăta cel mai bine de ce. Este vorba despre quasarul 3 C-9, obiect ceresc cu o comportare din cele mai remarcabile, și despre care avem informații „proaspete" — datînd de acum 10,4 miliarde de ani! După cum rezultă din spectrul luminos pe care noi l-am recepționat de-abia acum, în urmă cu 10,4 miliarde ani quasarul 3 C-9 se îndepărta de Terra cu o viteză de 240.000 km/s, ceea ce, într-o extrapolare simplă de făcut, înseamnă că el mai avea de parcurs 3 miliarde de ani-lumină, pînă la a atinge și a depăși viteza luminii!

Din acel moment, quasarul a dispărut efectiv ca și obiect optic! Și cu toate că pe Terra acest fenomen va fi observabil de-abia peste 3 miliarde de ani, el s-a petrecut — raportat la scara timpului terestru — acum 7 miliarde de ani! Și atunci, nu este oare justificat să plecăm urechea la teoria lui Immanuel Kant referitoare la existența timpului numai sub forma „timpului subiectiv", reflectare cu mijloacele noastre imperfecte a unei succesiuni a evenimentelor care nu întotdeauna este cea reală, cauzală?

Fără îndoială, materia, spațiul și timpul existînd și în mod obiectiv, în afara voinței și a conștiinței noastre, trebuie să dețină și elemente de continuitate, specifice și inalienabile. De aceea, existența unui moment inițial, în care materia și spațiul erau concentrate într-un singur punct, iar timpul nu exista, este ca și inacceptabilă pentru filozofia materialist-dialectică, ea putînd fi pe plac numai unor sisteme idealiste, creaționiste.

FENOMENE STRANII

Aminteam, mai înainte, posibilitatea ca deplasarea spre roșu a luminii să fie un fenomen datorat efectelor relativiste de masă care apar într-un cîmp gravitațional. Teoria relativității generalizate este formulată în acest sens: dacă un atom se află situat într-un cîmp gravitațional puternic, radiațiile luminoase pe care el le emite au spectrul deplasat spre roșu.

Pentru exemplificare, este suficient să amintim situația extremă e acestui caz: Black-hole. Atunci cînd uriașa aglomerare de materie care-l constituie depășește o rază critică, numită rază Schwartschild, cîmpul gravitațional se intensifică într-un asemenea grad, încît radiația luminoasă nu mai poate părăsi suprafața corpului respectiv, care astfel devine optic inactiv, meritîndu-și pe deplin numele de „gaură neagră".

La mijloc între cele două extreme se află stelele pitice albe, formă colapsată de existență a materiei stelare. Avînd o masă comparabilă cu cea a Soarelui, dar avînd numai dimensiunile Terrei, piticele albe dezvoltă un cîmp gravitațional care este de 1000 de ori mai intens decît cel terestru. Dintr-o asemenea capcană gravitațională, fotonii pot scăpa numai prin cheltuirea unei cantități suplimentare de energie, fapt care conduce la creșterea lungimii de undă a radiației luminoase emise.

Dar cele mai remarcabile contraargumente aduse teoriei expansiunii Universului le întîlnim nu în planul stelar, ci în cel galactic. Majoritatea ne sînt aduse în atenție de către astronomul american Halton Arp care, cu ajutorul telescopului de 5 m de la Mount Palomar, a descoperit o serie de fapte ciudate, de natură a pune sub semnul întrebării actualele noastre cunoștințe despre Univers.

Cel mai relevant este poate cazul galaxiei NGC 7603, galaxie de tip spiral ușor deformată, legată de o galaxie-satelit printr-un pod de materie, vizibil pe plăcile fotografice sub forma a două arce slab luminoase, dar a căror existență este cu desăvîrșire certă. În aceste condiții, singura supoziție de bun simț care se putea face este că cele două galaxii sînt unite și evoluează împreună pe nesfîrșitele cărări ale Universului. Dar tocmai analiza spectrală a radiației emise de cele două galaxii vine să infirme supoziția fondată pe observații optice.

Astfel, în timp ce galaxia spirală pare a se depărta de noi, cu viteza de 9000 km/s, galaxia-satelit prezintă o deplasare spre roșu, din care rezultă că se îndepărtează de planeta noastră cu viteza de 17.000 km/s. Interpretate prin prisma legii lui Hubble, aceste date duc la concluzia că galaxia cea mică se află la o distanță de Terra care este dublă față de distanța dintre Terra și galaxia spirală.

Fără îndoială, faptul este pe deplin derutant, cei mai nedumeriți fiind astronomii, care nu au putut dezlega această enigmă.

Un alt caz straniu este cel al galaxiei eliptice NGO 1199, prezența cea mai masivă într-un mic roi de galaxii care mai conține o galaxie spirală și alte cîteva de mici dimensiuni. La marginea inferioară a galaxiei NGC 1199 se află o mică galaxie compactă, globulară, care pare a fi mai aproape de noi, întrucît absoarbe lumina galaxiei eliptice. În această situație, galaxia eliptică ar trebui să prezinte o deplasare spre roșu mai mare decît galaxia globulară aflată mai aproape de noi. Dar, cu toate acestea, datele obținute prin măsurători contrazic, și în acest caz, supozițiile teoretice. Astfel, în timp ce galaxia spirală pare a se depărta de noi cu viteza de 2.600 km/s, galaxia globulară prezintă impresionanta viteză de 13.400 km/s!

În aceste condiții, nu avem oare dreptul să ne întrebăm dacă nu cumva cunoștințele noastre despre Univers sînt deja perimate? Nu vom păcătui oare interpretînd unilateral fenomenele întîlnite la scară Universală?

În definitiv, devierea spre roșu a luminii se poate datora la fel de bine expansiunii Universului, cît și „obosirii luminii". Într-o interesantă teorie a lui Jean Heidmann, astronom principal la observatorul din Paris, această „obosire" s-ar datora existenței în spațiu a unor fotoni ∅, posesori ai unei mase infinitesimale, și a căror ciocnire cu fotonii obișnuiți ar putea provoca fenomenul amintit.

Astfel, dacă spațiul ar fi uniform încărcat cu fotoni ∅, atunci efectul optic ar fi identic cu cel înregistrat și interpretat prin legea lui Hubble. Mai mult, anumite anomalii de concentrare a fotonilor ∅ în spațiu ar putea duce la apariția unor fenomene de tipul celor prezentate mai sus.

În chip de concluzie, am putea spune că anticiparea uneia din noile teorii referitoare la interpretarea deplasării spre roșu a luminii ar putea determina schimbarea întregii noastre concepții asupra Universului.

ALCĂTUIREA UNIVERSULUI

Dar să abandonăm elementele de critică, în speranța că cele prezentate pledează în mod suficient de convingător în favoarea necesității revizuirii teoriei expansioniste a Universului, și să vedem cum explică cosmologia actuală procesul de structurare a materiei în Univers. În acest scop, vom elabora un model care pleacă de la stadiul existenței materiei sub forma difuză, în care marchează ca primă etapă formarea, sub influența forțelor gravitaționale, a unor aglomerări în sînul acestei materii, cuprinzînd cu prioritate formațiuni stelare. Pe măsură ce crește cantitatea de materie conținută de această aglomerare — care este deja nucleul unei galaxii — apare și se intensifică, direct proporțional, și un fenomen de rotație în jurul propriei axe.

La o anumită intensitate a mișcărilor de rotație, fenomenul de aglomerare este înlocuit de un fenomen de absorbție gravitațională. Această absorbție are loc pe traiecte clar delimitate (să nu uităm că unitatea noastră de măsură este anul-lumină!)*, de forma unor spire și care alcătuiesc brațele galaxiei care a luat naștere în acest fel.

Ajunși în acest punct, trebuie să arătăm că anii din urmă au văzut nașterea unei teorii mult mai elegante, referitoare la apariția unei galaxii spirale din tipul descris mai sus. Această teorie se referă și la un moment inițial al nașterii în masa de materie difuză a unor aglomerări, și anume a unor aglomerări cu aspect prelungit (lenticular sau elipsoidal), care, printr-o mișcare de rotație sau chiar de precesie, să fie un factor dinamic, de presiune, asupra mediului cosmic nediferențiat. Prin această mișcare, capetele formațiunii alungite au lovit în mod ritmic mediul protostelar înconjurător, dînd naștere unui sunet foarte jos (vibrație de o frecvență excepțional de scăzută, cu o perioadă de ordinul milioanelor de ani).

Este un fapt cunoscut că într-un mediu gazos un sunet se propagă sub forma unor comprimări și rarefieri succesive ale mediului respectiv. Transferînd această realitate la scară cosmică, putem presupune că, pe traiectul spiral pe care s-au înscris sunetele joase, s-au produs o serie de comprimări care au dus în ultimă instanță la apariția formațiunilor stelare, prin accentuarea acțiunii forțelor gravitaționale. Din acest

* sau, în distanțe terestre, 9.468.000.000.000 km.

punct, scenariul este în bună parte asemănător cu cel elaborat de către teoria pe care o putem deja denumi „clasică".

Existența formațiunilor generatoare de sunete joase este demonstrată prin observații directe, ele alcătuind nucleul unui mare număr de galaxii, atît lenticulare cît și barate. Și pentru a lărgi aria de aplicare a teoriei care își ridică eșafodajul pe ipoteza existenței acestor formațiuni, putem să luăm în considerare și posibilitatea ca actualele nuclee sferice ale unor galaxii să fie astfel de formațiuni degenerate sub influența forțelor gravitaționale și a pierderilor de materie prin planul ecuatorial.

În felul acesta, se corectează mecanismul greoi al modelului „clasic" care, după faza absorbției gravitaționale a materiei de către nucleu, prevede o fază în care alimentarea nucleului galactic se face exclusiv prin polii săi, prin planul ecuatorial avînd loc o masivă explozie de materie, care alimentează în permanență brațele galaxiei. Desigur, nici nu mai insistăm asupra faptului că acest model nu oferă o explicație globală a procesului de apariție a stelelor și a formațiunilor stelare.

După cum s-a putut remarca, în cele de mai sus am insistat în mod exclusiv asupra particularităților procesului de apariție a galaxiilor spirale (alcătuite dintr-un nucleu și un sistem de brațe spirale), și aceasta din cauză că galaxia în limitele căreia se află leagănul nostru — Terra — este una din aceste galaxii spirale.

Și una din cele mai frumoase — afirmă unii astronomi care au reușit să schițeze portretul galaxiei noastre. Observațiile acestora, efectuate pe lungimea de undă de 21 cm, au arătat că brațele galaxiei noastre sînt precis delimitate, fiind alcătuite din hidrogen ionizat sub influența radiațiilor ultraviolete emise de către stelele tinere, ultrafierbinți, și care nu emit încă radiații în spectrul optic. În afara brațelor galaxiei se află hidrogen neionizat, cu o densitate mult mai mică decît cea a hidrogenului ionizat aflat în brațele galactice. Astfel, dacă în brațele galaxiei densitatea hidrogenului atinge valori pînă la 10 atomi/cm^3, în afara brațelor galaxiei această intensitate scade pînă la 1 atom/10 cm^3.

În felul acesta, prin observații vizuale în spectrul ultraviolet, s-a reușit trasarea „portretului" exact al galaxiei noastre, care s-a adeverit a avea, pe lîngă structura spiralată, și o pronunțată formă lenticulară.

Dar nu numai astronomii, înzestrați cu telescoape și radiotelescoape, pot să-și formeze o imagine asupra galaxiei noastre. Puțini sînt poate cei care știu că ceea ce numim „Calea Lactee“ (și pe care amara experiență istorică a poporului nostru a mai denumit-o și „Calea Robilor“) este de fapt planul galactic principal, prezentîndu-se pe bolta aparentă a cerului ca zona de maximă aglomerare stelară.

Să nu uităm că pentru un simplu observator terestru, care utilizează mijloacele de observație cu care l-a înzestrat natura, imaginea Universului se prezintă în mod fundamental viciată, fiind alcătuită dintr-un cumul de iluzii optice.

Astfel, Soarele pare a descrie o traiectorie lină pe bolta cerească, cînd de fapt el se află în nemișcare în raport cu Terra. Bolta cerească spuzită cu stele nu este decît reunirea într-un plan optic virtual a unor corpuri stelare de dimensiuni foarte diferite, și aflate la distanțe imense unele de altele. Chiar și bolta cerească în sine este o iluzie optică, ea existînd numai ca o ficțiune, frumoasa ei culoare albastră, atît de liniștitoare și de atrăgătoare, fiind un rezultat al refracției luminii în straturile atmosferice. Observată în cosmos, suprafața terestră ia, la rîndul său, forma unei uriașe bolți, solidă de această dată, concavitatea fiind în această situație rezultatul exclusiv al unei iluzii optice.

Rezultanta unei iluzii nu putea fi decît o ficțiune — este cazul orizontului, definit la nivelul simțului comun ca fiind „linia unde cerul se întîlnește cu pămîntul“. Și ar merita poate puțină atenție cariera pe care această noțiune a făcut-o în spiritualitatea umană, fiind de multe ori concepută ca un simbol al căutării și al speranței. Din păcate, atingerea de noi orizonturi în astronomie omul nu o realizează în exclusivitate cu organele sale de simț, ci în primul rînd prin forța prospectivă a spiritului științific.

Și pentru că această forță prospectivă este, într-adevăr, foarte îndepărtată de iluziile pe care ni le oferă imperfectele noastre organe de simț, să analizăm un pic mecanismele specifice care generează aceste iluzii.

Iată, de exemplu, una din cele mai curente sarcini pe care ni le rezervă viața cea de toate zilele: prinderea unui obiect cu ajutorul mîinii. În zdrobitoarea majoritate a cazurilor, această acțiune este dusă la bun sfîrșit prin mijlocirea unor reflexe motoare, bazate pe aprecierea distanței pînă la obiectul respectiv. Aprecierea distanței (sau, mai mult, stabilirea cu exactitate) se realizează cu ajutorul ochilor, în baza

unor principii matematice și fizice foarte accesibile puterii noastre de înțelegere.

Astfel, în momentul în care privirea ambilor ochi este focalizată asupra aceluiași punct, axele oculare formează un unghi, pe care organele analizatoare aflate în materia cerebrală îl pot stabili cu precizie. Unghiul axelor optice, precum și dimensiunea aparentă a obiectului privit (cu condiția ca dimensiunile sale absolute să ne fie cunoscute), sînt informațiile care dau creierului posibilitatea de a calcula distanța pînă la obiectul în cauză.

Cu totul altfel se prezintă problema în cazul contemplării boltei celeste. Aici, cele două informații la care ne refeream mai sus, sînt imposibil de obținut. În primul rînd, fiindcă dimensiunile aparente ale stelelor sînt atît de apropiate, ele apărîndu-ne ca niște lumini relativ puțin deosebite ca strălucire, adevăratele lor dimensiuni rămîn pentru totdeauna ascunse unui observator ocular plasat pe Terra. În al doilea rînd, raportul între distanța dintre axele oculare și distanța de la planul ocular pînă la stele este atît de mic, încît orice stea este percepută ca un obiect punctiform situat la infinit. În această situație, axele oculare sînt practic paralele — și de aici iluzia unei bolți cerești situată la borna „infinit“ a cîmpului nostru vizual.

Inventivitatea umană a găsit un remediu paleativ pentru a măsura infinita distanță care separă axele noastre oculare, inventînd triangulația. Principiul măsurătorii a rămas același, atîta doar că în cazul triangulației distanța între ochi devine de aproximativ 300 milioane km! Probabil că cititorii cu cunoștințe de astronomie au dedus despre ce este vorba: se cumulează rezultatele observării unui corp celest cu același instrument optic, din același loc al suprafeței terestre, dar la interval de 6 luni, cînd Terra se află în puncte diametral opuse ale orbitei sale circumsolare. În aceste condiții, obiectul celest este văzut sub unghiuri ușor măsurabile, calcularea distanței fiind o simplă problemă de trigonometrie.

Prin aplicarea acestei metode, se poate calcula cu o remarcabilă precizie, distanța pînă la corpuri celeste aflate la distanță maximă de 500 ani-lumină de Terra. La scară cosmică, aceste distanțe par insignifiante, dar la scară terestră operațiunea este echivalentă cu determinarea grosimii unui fir de păr la distanța de 1,5 km. Ceea ce, să recunoaștem, este cu totul remarcabil.

Cu tot progresul mijloacelor și metodelor de măsurare, poziția periferică pe care sistemul nostru solar o deține în cadrul galaxiei (da, Terra nu este nici măcar în centrul sistemului solar, cu atît mai puțin în centrul galaxiei sau al Universului!) împiedică pe observatorul de rînd să-și dea seama de forma și dimensiunile reale ale acesteia. De aceea, va trebui să facem din nou apel la datele pe care ni le oferă astronomia.

Astfel, după ce am arătat că galaxia noastră are o formă lenticulară și spiralată, trebuie să mai adăugăm că dimensiunile sale sînt cu totul impresionante, raportate la unitățile terestre de măsură. Astfel, sistemul solar din care face parte Terra se află la o distanță de peste 30.000 de ani-lumină de centrul galaxiei, într-o porțiune periferică din brațul spiral numit Orion, și la o distanță de 50 de ani-lumină de planul principal al galaxiei.

De fapt, existența sistemului solar în forma pe care o cunoaștem azi nici nu ar fi posibilă într-un sector mai central al galaxiei. În centrul sferic al galaxiei, ca și în cele două inele concentrice care-l înconjoară, materia se prezintă sub forma unui conglomerat, fapt care exclude categoric posibilitatea existenței de sisteme planetare în jurul stelelor. Astfel dacă Soarele s-ar afla în nucleul central al galaxiei, pe o rază de 10 ani-lumină ar coexista cu el un număr de aproximativ 20.000.000 stele, fapt generator de masive influențe gravitaționale. Aflîndu-se însă situat în poziția periferică pe care am amintit-o, Soarele are numai 7 „vecini" pe aceeași rază de 10 ani-lumină, în condițiile în care grosimea brațului galactic în regiunea Soarelui este de aproximativ 3.000 ani-lumină.

Cercetările pe care astronomii le întreprind asupra galaxiei noastre sînt mult ușurate de analogiile pe care ei le pot oferi cu „vecina" noastră (vecinătate cosmică, căci distanța reală este de 2 milioane ani-lumină!), galaxia spirală din constelația Andromeda, cunoscută în lumea astronomilor sub prozaicul nume de M 31.

Primul astronom care menționează existența galaxiei M 31 este arabul Sufi, care vorbește despre ea ca fiind un „mic nor celest" în constelația Andromeda. Deși o privire ageră o poate descoperi fără ajutorul vreunui aparat, galaxia din Andromeda este amintită din nou de-abia peste 600 de ani, de către astronomul Simon Marius din Franconia (observația acestuia datează din ziua de 15 decembrie 1612).

Pe măsură ce instrumentele de observație astronomică s-au perfecționat, interesul pentru galaxia din Andromeda se

intensifică, și la sfîrșitul secolului al XVIII-lea, remarcabilul observator care a fost Charles Messier o include cu numărul 31 în catalogul său de nebuloase — de unde provine și simbolizarea galaxiei : M 31.

În epoca modernă, galaxia M 31 a fost pur și simplu „răscolită" de către astronomi, care au făcut din ea un adevărat material didactic și de studiu, o sursă de prețioase informații asupra dinamicii generale a Universului și asupra structurii și particularităților propriei noastre galaxii. Cu toate că galaxia M 31 este de trei ori mai mare decît „Calea Lactee", structura ei, cu un nucleu central și cu brațe spirale, este identică cu cea a galaxiei noastre.

Împreună cu galaxia M 31, „Calea Lactee" formează centrul de greutate al grupului local de galaxii, alcătuit din douăzeci și cinci de formațiuni galactice, repartizate într-o sferă cu diametrul de aproximativ 6 milioane ani-lumină. Dintre aceste formațiuni, două, numite „Norii lui Magellan" și vizibile în emisfera sudică a Terrei, se află la o distanță de „numai" 150.000 de ani-lumină, comportîndu-se ca niște veritabili sateliți ai galaxiei noastre.

Dincolo de limitele grupării locale de galaxii, se întinde hăul intergalactic — și avem acum ocazia să intuim uriașa enigmă a infinității Universului, spunînd că următoarea grupare de galaxii se află la o distanță de 30 milioane ani-lumină de galaxia noastră! Și această distanță este insignifiantă la scara Universului, căci instrumentele astronomice tot mai perfecționate lărgesc mereu limitele Universului cunoscut.

Dincolo de limita celor 30 milioane ani-lumină, populația galactică este mai densă — astfel, într-o sferă cu diametrul de 50 milioane ani-lumină pot fi detectate aproximativ 60 de grupări de galaxii. Cea mai apropiată dintre acestea se găsește în constelația Sculptorului, și prezintă o caracteristică cu totul aparte, care-i conferă o stranie frumusețe ; are o formă aproape sferică și este alcătuită în exclusivitate din galaxii spirale, fapt foarte rar în rîndurile grupărilor recenzate.

În altă ordine de idei, între grupările galactice „apropiate" de noi se află și roiuri masive de galaxii, care sînt alcătuite dintr-un număr imens de galaxii. Numărul membrilor acestor grupuri depășește copios ordinul zecilor, și un prim exemplu în această direcție ar fi gruparea de galaxii situată la distanța de 40 milioane ani-lumină în direcția constelației Fecioarei, și care conține mai multe sute de galaxii.

Aici putem include și un exemplu spectaculos — este vorba despre gruparea de galaxii din constelația Părul Berenicei și care, spre deosebire de gruparea din constelația Sculptorului, conține aproape o mie de galaxii eliptice. Și recordurile în materie de organizare galactică par a nu se sfîrși aici, căci în constelația Hercule există un super-roi galactic care întrece cu mult în dimensiuni gruparea din Părul Berenicei.

Acest super-roi numără trei mii de galaxii, reunite în 8 grupări distincte, iar simpla enunțare a diametrului său ne demonstrează imensitatea dimensiunilor sale: 15 milioane de ani-lumină!

Chiar și grupul nostru local de galaxii pare a face parte dintr-un super-roi de formă eliptică, al cărui centru ipotetic se situează în zona grupării din constelația Părul Berenicei. Răspunzînd tendinței generale a materiei, de autoorganizare și dezvoltare în forme ordonate, acest super-roi (aproape identificabil cu Metagalaxia) poate avea o mișcare proprie în jurul centrului, o mișcare în bună parte asemănătoare cu mișcarea pe care o întreprinde galaxia noastră.

Aruncînd o privire și mai îndrăzneață în imensitatea spațiului, putem constata că pe o rază de minimum 3 miliarde de ani-lumină popularea cu galaxii se produce după aceleași reguli ca în preajma noastră, repartiția galaxiilor din planul nostru vizual fiind izotropică. Chiar dacă efectuarea de observații dincolo de această limită necesită o perfecționare considerabilă a instrumentelor de observație, consultarea cataloagelor astronomice ne arată că tot mai multe sînt galaxiile și grupările de galaxii pe care le cunoaște omul.

Numărul acestor galaxii a crescut atît de mult, încît în mod foarte sugestiv se apreciază că pe suprafața celestă acoperită de discul Lunii pline (sau, altfel zis, acoperită de o monedă de 15 bani ținută la distanța mîinii) se pot identifica peste 400 de galaxii! Și se apreciază că cu marele telescop de 5 m de la Mount Palomar (S.U.A.) s-ar putea fotografia peste un miliard de galaxii.

Pînă în prezent, recordul de distanță îl reprezintă fotografierea unei galaxii aflate la o depărtare de 10 miliarde de ani-lumină — ceea ce înseamnă că radiația luminoasă fotografiată în zilele noastre a fost emisă acum 10 miliarde de ani, adică în perioada în care nu numai Terra, dar nici Soarele nu existau încă! Într-o circumstanță atît de tulburătoare, nu

putem decît să ne reamintim încă o dată genialele versuri ale lui Eminescu:

„Poate demult s-a stins în drum,
În depărtări albastre,
Iar raza ei de-abia acum,
Luci vederii noastre."

Problema infinității Universului este o adevărată tortură pentru rațiunea omenească, și din vastele cunoștințe astronomice pe care le deține omenirea în momentul actual, nu putem decît să tragem concluzia că mai avem de așteptat pînă la a-i putea da un răspuns complet.

VIITORUL UNIVERSULUI

Să vedem mai bine ce putem spune, în lumina actualelor cunoștințe și concepții, despre evoluția viitoare a Universului. Fără îndoială, în tratarea acestei probleme va trebui să mergem pe două căi diferite, în funcție de concepțiile asupra Universului pe care le avem în vedere.

În primul rînd, să vedem ce spune teoria clasică, a expansiunii Universului. După marele „Big-Bang", explozia primordială care a avut loc în urmă cu cel mult 18 miliarde ani, materia și-a început expansiunea rapidă în spațiu, procesul de structurare a ei fiind grefat pe mișcarea generală de expansiune.

Teoretic, după mișcarea de expansiune ar trebui să urmeze o mișcare de contracție a Universului, în momentul în care forțele radiante vor fi învinse de către forțele gravitaționale. Desigur, pentru ca forțele de gravitație să-și intensifice acțiunea, este necesar ca densitatea medie a materiei în Univers să depășească valoarea critică de 10^{-29} gr/cm^3. Dacă densitatea medie este de două ori mai mare, poate începe procesul de contracție, care ar putea să dureze aproximativ 120 miliarde ani.

Odată materia ajunsă într-un înalt grad de aglomerare, temperatura ar crește rapid pînă la valoarea de 10 milioane grade Kelvin, fapt care ar produce „topirea" tuturor formațiunilor stelare și planetare — „Big-Crunch" — și apariția acelui atom inițial care va da din nou naștere Universului.

Pentru moment însă, nu avem nici un indiciu că s-ar putea crea premisele necesare procesului de contracție a Uni-

versului și nici nu putem intui care ar fi factorii de natură a crea aceste premise. Or, tocmai această imposibilitate ne obligă să punem serios sub semnul întrebării temeiurile concepției pulsatorii de dezvoltare a Universului. Căci, dacă nu putem demonstra că în evoluția Universului urmează un moment de stagnare și o perioadă de contracție, atunci nu putem acredita ideea că o astfel de contracție să fi avut deja loc! Și am arătat mai înainte că teoria Universului pulsatoriu își găsește principalul punct de sprijin în interpretarea deplasării spre roșu a luminii drept efect Doppler-Fizeau.

Tocmai valabilitatea acestei interpretări o contestă noua concepție în astronomie. Am arătat că din ce în ce mai frecvent se afirmă că deplasarea spre roșu a luminii s-ar datora altor cauze decît efectul Doppler-Fizeau.

În aceste condiții, nu putem elimina paradoxurile pe care le implică deplasarea spre roșu a luminii decît schițînd un alt model al fizicii Universului, în care un rol de seamă l-ar putea juca așa-numitele „corpuri negre". Aceste corpuri (pe care umorul britanic le-a numit „black holes" — găuri negre) reprezintă tot ceea ce natura a putut concepe mai uluitor în materie de densitate. Ca urmare a unei fantastice intensificări a forței gravitaționale, densitatea acestor corpuri, cel puțin teoretic, tinde spre infinit, fapt care împiedică orice radiație luminoasă (deci, din spectrul vizibil) să le părăsească suprafața.

În aceste condiții, corpul respectiv ar deveni invizibil, putînd fi descoperit optic ca o pată neagră pe cer (de unde și denumirea de „black-hole"). În rest, un corp negru ar mai putea fi descoperit prin perturbațiile pe care le provoacă cîmpurilor gravitaționale, ca și prin radiația X pe care o emite materia pe care acesta o absoarbe.

Datorită imensei forțe gravitaționale pe care o dezvoltă, precum și perturbațiilor în cîmpul gravitațional pe care le provoacă mișcarea corpurilor negre, acestea se comportă ca niște veritabile „aspiratoare" de materie, concentrînd într-un spațiu limitat uriașe cantități de materie. Aceasta ar putea fi cauza generatoare a unei game foarte variate de fenomene și procese cosmice, culminînd cu formarea galaxiilor.

Căci există numeroase luări de opinii, care afirmă că în inima vîrtejurilor care dau naștere galaxiilor s-ar putea afla astfel de corpuri negre. În felul acesta, corpurilor negre le-ar reveni un rol foarte important în dinamica generală a Universului. Mai mult chiar, se afirmă că și în centrul galaxiei noastre s-ar afla un astfel de corp, care absoarbe încetul cu

încetul materia galactică. (Și poate că în felul acesta am putea intui o explicație pentru deplasarea spre roșu a luminii — ca o deplasare accelerată a noastră spre corpul negru, care ne îndepărtează de toate sursele de lumină din Univers.)

În lumina concepției relativiste asupra Universului, geneza corpurilor negre ar putea fi concepută, cu un strop de fantezie, în felul următor: corpurile negre apar în acele regiuni ale spațiului în care, materia în mișcare depășind viteza luminii, spațiul nu se mai poate deschide spre infinit ci se închide asupra lui însuși, ducînd la o caracteristică hiperaglomerare a materiei.

Indiferent de modul lor de apariție, corpurile negre par a fi o etapă necesară în evoluția Universului. Astfel, se estimează că peste 10^{27} ani, Universul pe care astăzi îl ținem sub observație va fi alcătuit în exclusivitate din corpuri negre galactice și supergalactice. Dar aceasta, fără îndoială, nu va fi sfîrșitul Universului, căci va urma o fază activă, în care corpurile negre își vor risipi materia în spațiu, printr-un fenomen oarecum similar cu cel al evaporării. Această evaporare va începe cu subparticule care, avînd viteze mai mari decît viteza luminii, vor putea înfrînge bariera gravitațională. În continuare, începînd cu emisiile de neutroni și terminînd cu componentele materiale cu sarcină electrică, evaporarea corpului negru se va desfășura într-un orizont de timp care va fi de ordinul a 10^{100} ani.

Această evaporare a materiei aflată în corpurile negre duce la apariția stadiului difuz de existență a Universului, după care urmează circuitul materiei după unul din scenariile prezentate anterior sau — cine știe? — după un scenariu pe care încă mintea nu l-a putut cuprinde.

Putem aprecia cunoștințele cosmologice actuale ale omenirii ca fiind suficient de detaliate pentru a zugrăvi cu deplină putere de convingere actualul tablou al Universului. Mijloacele de observație astronomică sînt suficient de perfecționate pentru a ne permite cunoașterea megastructurii Universului — și putem elabora cu succes modele ale roiurilor și grupurilor de galaxii, precum și a Metagalaxiei, care integrează toate formațiunile materiale pe care le cunoaște astronomia, de la planetele și stelele izolate pînă la roiurile și superaglomerările de galaxii amintite mai sus.

Dacă în epoca contemporană astronomia (și, în special, cosmologia) a făcut progrese de-a dreptul uluitoare, nu putem afirma că aceleași progrese s-au înregistrat și la punctul de

contact al acestei nobile și străvechi științe cu o serie de științe care-i furnizează multe elemente de maxim interes. Acest punct de contact este cosmogeneza, care ar avea poate dreptul la o existență autonomă, ca știință aparte, și constituie acea parte a cunoștințelor noastre care înfățișează Universul în dinamica sa, în permanenta sa devenire și dezvoltare.

Cosmogeneza nu este un capitol încheiat al istoriei Universului, tocmai fiindcă acesta se află în necontenită evoluție. Simțul comun ne întinde o capcană atunci cînd ne face să concepem genezele numai ca pe niște momente inițiale sau faze incipiente. Dimpotrivă, putem afirma că în multe împrejurări geneza încetează numai odată cu dispariția obiectului sau a procesului căruia i-a dat naștere. Exemple suficiente avem și la scară terestră: antropogeneza nu este încă încheiată (fiindcă omul continuă să evolueze, chiar dacă factorii sociali ai evoluției dețin primatul asupra factorilor biologici), așa cum încă nu s-a terminat nici orogeneza (plăcile continentale terestre continuînd să se miște).

Privind geneza ca pe un concept dinamic, integrator al evoluției fenomenelor și proceselor, ne dăm cu claritate seama că la scară cosmică momentele de stabilitate structurală și funcțională nu sînt rare, ci chiar inexistente. Căci, la scară cosmică, după cum arăta Teilhard de Chardin „tot ceea ce este posibil să se întîmple, se întîmplă".

Întîmplarea nu este decît modalitatea concretă prin care se realizează în Univers o infinitate de forme de existență a materiei. De aceea, cînd vorbim despre cosmogeneză, nu trebuie să uităm că scara de aplicare a acestui concept este cea universală — ca atare, ea trebuie să integreze atît evoluția materiei în stadiul său neviu, cît și evoluția materiei înzestrate cu viață.

De-abia acum, complexitatea termenului de cosmogeneză ne apare la adevărata sa amploare. Căci evoluția Universului nu se poate considera încheiată odată cu apariția tuturor formațiunilor materiale posibile. Dimpotrivă, atît timp cît apariția materiei vii este o legitate universală (și demonstrarea acestei legități este unul din scopurile acestei cărți), cosmogeneza nu poate fi considerată completă fără a include evoluția acesteia.

Materia înzestrată cu viață, și în primul rînd forma ei rațională de existență, constituie un factor activ foarte important la scara Universului. Planeta noastră, de exemplu, este

adînc marcată de existența civilizației umane, și spațiul cosmic înconjurător demonstrează cu prisosință existența noastră. Și să nu uităm că pe Terra viața rațională a apărut în urmă cu 500—600.000 ani, pentru a cunoaște o evoluție notabilă de-abia în ultimii 10.000 ani.

De aceea, putem presupune că o civilizație cu o vechime de milioane sau chiar miliarde de ani poate să constituie un factor activ, modelator, nu numai la scara unei planete sau al unui sistem solar, ci chiar la scara unei galaxii sau a unui grup local de galaxii. Cosmogeneza nici nu putea cuprinde o idee mai înălțătoare decît aceasta: materia vie, emanație a materiei nevii, devine, prin cea mai înaltă formă de existență a sa — rațiunea —, un factor dinamic, modelator la scară cosmică!

Iată de ce nu putem încă întrevedea sfîrșitul cosmogenezei, și iată de ce trebuie să pătrundem resorturile ascunse ale materiei, în scopul integrării materiei vii în marele proces de devenire universală.

Pentru aceasta, este oportună o incursiune în sistemul solar din a cărui mare familie face parte și Terra, leagănul civilizației noastre.

SISTEMUL SOLAR

Sistemul nostru solar îl putem prezenta ca pe o mostră a perfecțiunii cosmice, prin complexitatea, armonia și deplina echilibrare a elementelor care-l compun.

După cum cunosc chiar și persoanele mai puțin avizate, în jurul Soarelui se rotesc nouă planete mari, situate la următoarele distanțe de acesta: Mercur (0,39); Venus (0,72); Terra (1,00); Marte (1,52); Jupiter (5,20); Saturn (9,54); Uranus (19,19); Neptun 30,07) și Pluto (39,54)*.

Prezentînd toate datele pînă acum în unități astronomice, nu am avut posibilitatea să intuim exact adevărata scară a dimensiunilor sistemului solar. Întrucît adeseori vorbim despre sistemul solar ca despre o „familie", să vedem cît de „strînse" sînt legăturile între membrii acestei familii.

Pentru aceasta, este suficient să arătăm distanțele care separă Terra de celelalte planete din sistemul solar. Cel

* Distanțele sînt exprimate în unități astronomice (= 149,6 milioane km = distanța de la Pămînt la Soare).

mai apropiat vecin al nostru, planeta Venus, se apropie de Terra la 39.500.000 km, distanța maximă posibilă fiind de 259.500.000 km.

Vecinătatea cosmică desfide în fapt orice concepție terestră asupra relațiilor de vecinătate. Corpurile cosmice artificiale pe care umanitatea le lansează în spațiul cosmic au nevoie de intervale de timp de ordinul anilor pentru a atinge celelalte planete ale sistemului solar. Și totuși, nu putem concepe sistemul solar altcum decît un sistem închegat și pe deplin coerent.

Unitatea sistemului solar este asigurată prin maxima influență a stelei centrale, a Soarelui, a cărei masă este de 700 de ori mai mare decît masele cumulate ale celor nouă planete care gravitează în jurul său. Cu toate că Soarele este o stea mică în rîndul stelelor din Galaxie, volumul său este de 1.300.000 de ori mai mare decît volumul terestru. În interiorul Soarelui, sub impactul unei temperaturi de peste 11 milioane grade, are loc reacția termonucleară care transformă în fiecare secundă 564 milioane tone de hidrogen în 564 milioane tone de heliu.

Soarelui i se atribuie un rol central în însăși procesul de formare a sistemului solar. Primii care au atribuit Soarelui un astfel de rol au fost, în secolul XVIII, genialul filozof Immanuel Kant și strălucitul matematician Pierre Simon de Laplace.

Astfel, în anul 1755, Immanuel Kant, pe atunci în vîrstă de 31 de ani, face publică teoria sa cosmogonică, conform căreia sistemul solar s-ar fi format dintr-o uriașă nebuloasă de materie pulverulentă în care s-au constituit mai multe puncte de condensare, care au dus, în ultimă instanță, la apariția Soarelui în centrul nebuloasei și a planetelor spre periferia acesteia. Totul, pe fondul unei mișcări de rotație a nebuloasei.

Spre deosebire de Kant, Laplace avea 47 de ani atunci cînd, în anul 1796, publică lucrarea „Exposition du Système du Monde". Spre deosebire de tînărul său predecesor, care se retrăsese în sferele rațiunii pure, Laplace era în întregime consacrat mecanicii celeste, el demonstrînd în 1773 invariabilitatea axelor mari ale orbitelor planetare și pregătind apariția monumentalului său „Traité de mécanique céleste", ale cărui cinci volume vor ieși de sub tipar între anii 1799 și 1823.

Ipoteza cosmogonică pe care Laplace o prezintă în „Exposition du Système du Monde" are ca punct de plecare tot o

nebuloasă gazoasă, aflată în mișcare de rotație. Datorită mișcării de rotație a nebuloasei, mari cantități de materie incandescentă au „evadat" prin planul ei ecuatorial, după care a urmat o răcire și o condensare a materiei incandescente, fapt care a dus la apariția planetelor.

În aspectele lor esențiale, ipotezele cosmogonice elaborate de Kant și Laplace se aseamănă, și chiar se completează reciproc pînă la un anumit punct. Cu toate acestea, nu putem vorbi, așa cum fac unii popularizatori superficiali ai științei, despre „teoria cosmogonică Kant-Laplace". Fără îndoială, este greșit. Dar este incontestabil faptul că pînă în secolul XX aceste două teorii, privite în interdependența lor, au cunoscut o influență covîrșitoare asupra dezvoltării concepțiilor despre formarea și evoluția sistemului solar. Tot ceea ce se spunea sau se scria în materia atît de complexă a genezei sistemului solar era în litera și în spiritul teoriilor lui Kant și Laplace.

Primul care a avut „curajul" să propună lumii științifice un punct de vedere diferit asupra originii sistemului solar a fost Sir James Hopwood Jeans, strălucit astronom, fizician și matematician, născut în Anglia în anul 1877. Ipoteza cosmogonică a lui Jeans, publicată în anul 1917, și intrată imediat în atenția astronomilor și fizicienilor, are un pronunțat caracter catastrofic.

Astfel, Jeans presupune că formarea sistemului solar ar fi avut loc în urma unei uriașe maree solare, provocată de trecerea prin apropierea Soarelui a unui corp ceresc cu o masă mult mai mare. Materia astfel smulsă din Soare, s-ar fi condensat prin răcire, dînd naștere planetelor care actualmente gravitează în jurul Soarelui.

Dar teoria lui Jeans sosea într-un climat științific cu totul diferit de acela care, cu 150 de ani înaintea sa, accepta fără rezerve ipotezele lui Kant sau Laplace. Accentele critice au apărut imediat, și pe bună dreptate i s-a reproșat lui Jeans că întîlnirea Soarelui cu un corp ceresc atît de masiv, în condițiile dinamicii generale a Galaxiei, nu este posibilă decît o dată la 10^{17} ani!

Ca un reflex imediat al criticilor îndreptate împotriva ipotezelor lui Jeans, lumea științifică a constatat că nici teoriile elaborate de Kant și Laplace nu sînt infailibile. Și astfel, s-a constatat că nu se poate descrie mecanismul care ar fi putut duce la concentrarea materiei gazoase incandescente în planete sau alte corpuri cosmice, avînd în vedere forțele de respingere care acționează între particule în condițiile amintite.

Pe urmă, respectivele ipoteze cosmogonice, și în primul rînd cea elaborată de Jeans, nu explicau legitățile de distribuție a planetelor pe orbite. În sfîrșit, nici una din cele trei teorii cosmogonice nu poate explica de ce planetele din sistemul solar, deși au o masă de 700 de ori mai mică decît Soarele, dețin un moment cinetic de 30 de ori mai mare decît acesta.

Chiar dacă prin aceste accente critice teoriile lui Kant, Laplace și Jeans nu au fost categoric infirmate, în felul acesta s-a pregătit un teren fertil pentru noile luări de poziție în această problemă de maximă importanță.

Printre cei care au prezentat noi teorii cosmogonice s-a numărat și astrofizicianul sovietic Otto Julievici Schmidt, care elaborează în 1944 prima ipoteză asupra formării sistemului solar din particule materiale solide. Aceste particule ar fi componentele inițiale ale unui nor meteoritic, pe care Soarele l-a captat în cursul peregrinărilor sale prin Univers (iată de ce teoria lui Schmidt poartă și numele de „teoria captării").

Sub influența atracției exercitate de uriașa masă solară corpurile meteorice se aglomerează în mari corpuri solide, care încep să descrie în jurul Soarelui largi orbite eliptice. În felul acesta, apar planetele, care la început erau corpuri solide și reci (și nu gazoase și fierbinți), în al căror adîncuri încep să se concentreze izotopii radioactivi ai metalelor grele. Sub influența căldurii degajate de dezagregarea acestor izotopi, nucleul planetar începe să se încingă, devenind imediat o vastă sursă de energie pentru planeta respectivă.

Fiindcă teoria lui Schmidt a fost elaborată în anul 1944, anii grei de după cel de-al doilea război mondial au fost poate cei care au împiedicat discutarea ei într-un cadru organizat și complet. Acest fapt a avut loc de-abia în anul 1951, cu ocazia unei consfătuiri la Moscova a unor specialiști în domeniul cosmogoniei, cînd teoriei lui Schmidt i s-au dezvăluit o serie de puncte slabe. Astfel, s-a constatat că O. I. Schmidt nu reușește să ofere un aparat teoretic complet care să explice captarea norului meteoric de către Soare. Pe de altă parte, el nu explică care a fost soarta gazelor pe care le conținea probabil norul inițial.

De la discutarea teoriei lui Schmidt nu au trecut decît 3 decenii, dar modul de abordare a problemei originii sistemului solar a cunoscut numeroase modificări, determinate de complexitatea și de importanța ei. Tot mai mult, specialiștii în astronomie și cosmogonie au devenit conștienți de faptul că numai o abordare interdisciplinară a problemei, făcîndu-se

apel la datele furnizate de fizică — inclusiv de fizica particulelor elementare —, poate duce la o rezolvare satisfăcătoare a acesteia.

Fără o abordare complexă a vastei problematici pe care o reprezintă geneza sistemului solar, nu este posibilă explicarea într-o concepție unitară a structurii sistemului solar în actualele sale componente: steaua centrală (Soarele), planetele, subsistemele de sateliți, asteroizi, cometele și materia interplanetară. Mergînd mai în detaliu, este foarte dificil de explicat modul în care s-au format elementele chimice mai grele decît heliul, precum și modul în care s-au diferențiat diferitele straturi din structura internă a planetelor. Tot astfel, este greu de explicat modul în care planetele și-au sărăcit conținutul în hidrogen.

Tuturor acestor întrebări încearcă să le răspundă profesorul suedez Hannes Alfvén, pornind de la o serie de constatări fundamentale din fizica plasmei. Ipoteza cosmogonică a lui Alfvén pleacă de la un mediu inițial neomogen alcătuit din plasmă, o nebuloasă plasmatică în mijlocul căreia ia naștere o protostea. În virtutea mărimii insignifiante a particulelor care alcătuiau mediul plasmatic inițial, acestea erau supuse acțiunii unei game vaste de cîmpuri, de la cele electrice la cele gravitaționale.

Sub influența acestor cîmpuri, particulele din nebuloasa plasmatică au cunoscut un fenomen de agregare, dînd naștere unor embrioni materiali. Aceste particule materiale mai mari au fost numite pe drept embrioni, fiindcă în jurul lor ar fi avut loc procesul de concentrare a materiei plasmatice din norul inițial.

În condițiile existenței unui curent de particule cu mare energie cinetică, ciocnirile succesive au dus la creșterea rapidă a embrionilor, care ating astfel dimensiuni planetare. Constituirea sistemului solar în actuala sa morfologie are loc prin captarea planetelor de către Soare și prin captarea sateliților de către planete. Toate componentele actuale ale sistemului solar sînt captate și dirijate de către Soare chiar dacă influența astrului care ne dă viață nu este atît de evidentă ca în cazul planetelor.

În teoria lui Alfvén are loc și enigmatica centură de asteroizi. După ce mulți ani s-a crezut că respectivii asteroizi ar fi rămășițele unei planete dezagregate de uriașa atracție a planetei Jupiter, acum tot mai mulți sînt cei care afirmă că as-

teroizii nu au fost niciodată o planetă, ci reprezintă un număr de embrioni planetari, opriți din evoluția lor tot de către Jupiter.

Ce s-a petrecut în sînul planetelor, în epoca imediat următoare formării lor? Sub influența forțelor de gravitație crescînde, are loc diferențierea în straturi diferite a metalelor și a compușilor acestora. În felul acesta, s-a produs și concentrarea unor metale sau izotopi radioactivi, cum ar fi aluminiu 26, thoriu sau deuteriu. Energia degajată prin dezintegrarea acestor elemente ar fi putut deci determina, în anumite cazuri, chiar și topirea planetelor, pînă la transformarea lor în corpuri incandescente.

Aflată la ceasul unor reevaluări critice, cosmologia deține suficiente date pentru a elabora noi și noi ipoteze în legătură cu îndepărtatul moment al genezei sistemului solar. O astfel de ipoteză ar putea fi structurată logic, coerent, în următoarele etape:

1°). Presupunem existența unei nebuloase protostelare, cu masa uniform distribuită în întregul volum. Întrucît materia constituentă a nebuloasei o reprezintă gazele reci, acestea prezintă toate caracteristicile fizice de rigoare, între care de maximă importanță este mobilitatea scăzută. Această relativă imobilitate constituie premisa acțiunii forțelor gravitaționale, care acționează în sensul constituirii de acrețiuni de materie în sînul nebuloasei protostelare.

2°). Supuse acțiunii cîmpului gravitațional al nebuloasei, formațiunile acreționare se deplasează spre centrul acesteia. Dar, fapt foarte important, această deplasare nu se efectuează pe o traiectorie rectilinie, ci pe una spirală, particulele de materie părînd a merge „la nimereală", depășind în traiectoria lor centrul nebuloasei și revenind apoi într-o spectaculoasă volță.

Mișcarea spirală a formațiunilor acreționare introduce în sînul membranei protostelare un moment cinetic, care-i imprimă acesteia o mișcare de rotație în jurul propriei axe.

3°). Aglomerarea formațiunilor acreționare în centrul nebuloasei protostelare duce la apariția unui nucleu în continuă creștere, în sînul căruia presiunea și temperatura cresc fără încetare. Influența gravitațională a nucleului duce la apariția unui plan principal de rotație al nebuloasei, coincizînd aproximativ cu planul ecuatorial al nucleului.

4°) Sub acțiunea forței centripete, elementele chimice cu masă mai mare sînt împinse spre centrul mișcării, în timp ce

elementele chimice ușoare și compușii aflați în stare gazoasă sînt împinși spre periferia mișcării (este vorba despre hidrogen, heliu, metan, amoniac ș.a.). În felul acesta, apar în masa nebuloasei două zone concentrice distincte, în care vor lua naștere cele două tipuri diferite de planete: telurice și joviene.

5°). În zonele concentrice amintite mai sus, apar aglomerări secundare, care concentrează cantități însemnate de materie, și a căror energie cinetică contrabalansează atracția gravitațională exercitată de nucleu. Astfel, aceste aglomerări de materie nu-și sfîrșesc existența în îmbrățișarea fierbinte a nucleului, ci se înscriu pe orbite eliptice sau circulare în jurul acestuia.

6°). La capătul acestui proces, presiunea și temperatura înaltă aduc materia nucleului în stare de plasmă incandescentă. La atingerea unei temperaturi propice, în sînul nucleului se amorsează reacția termonucleară bazată pe ciclul H—He, reacție de o violență pe care mintea noastră o poate greu pătrunde, și despre care am mai avut ocazia să amintim.

7°). În acest moment, sistemul solar are aproape alcătuirea pe care o putem astăzi cunoaște cu mijloacele noastre de observație. Soarele a devenit principala sursă de căldură și lumină, iar planetele își încep viața independentă. Cele telurice au adunat în nucleul lor metale grele, transuraniene, surse de radiații care vor încălzi miezul lor pînă la limita incandescenței, fapt care va duce la apariția vulcanismului și la formarea atmosferei primitive. În același timp, planetele joviene s-au solidificat, prezentîndu-se ca lumi inerte, înghețate, pe al căror cer Soarele se vede ca o stea ceva mai strălucitoare.

Iată, deci, cum legile cosmosului se subscriu tendinței fundamentale a materiei, de autoorganizare și dezvoltare. În marile retorte cosmice din care iau naștere stele și planete, materia cunoaște evoluția de la cele mai mărunte particule elementare pînă la cele mai grele metale transuraniene. În fazele superioare ale acestei evoluții, potențate de oceanele de energie ale Universului, lumea pe care o putem cuprinde cu organele noastre de simț și cu puterea rațională a creierului nostru, ne prezintă un tablou de o unică diversitate, în care totul, de la particule elementare și terminînd cu galaxiile uriașe, constituie efecte și premise ale devenirii.

În acest tablou, mai era necesară doar V i a ț a.

MATERIA ȘI VIAȚA

RETORTELE UNIVERSULUI

Ascensiunea materiei spre viață este un subiect care a înfierbîntat întotdeauna mințile oamenilor — căci problema de maxim interes ontogenetic, cea a antropogenezei, nu putea fi disociată de problema mult mai vastă a biogenezei.

Din datele prezentate mai înainte, a rezultat că materia are o tendință continuă de organizare prin apariția de legături stabile sau, în cel mai rău caz, repetabile. Această tendință este ilustrată cu pregnanță de tabloul chimic al Universului, care ne arată că în momentul actual materia universală este alcătuită în proporție de 75% din hidrogen, 23% heliu și 2% elemente mai grele. În faza inițială de existență a Universului, elementele grele lipseau cu desăvîrșire, iar heliul era aproape inexistent.

În perioada de început a Universului, rolul de combustibil universal a fost asumat de către hidrogen. Odată cu formarea stelelor, temperaturile din centrul acestora au crescut treptat pînă la ordinul milioanelor de grade. Aceste temperaturi uluitoare au amorsat reacții termonucleare, în vîrtejul cărora hidrogenul se transformă în heliu.

După cum afirmă unii specialiști, temperaturile ridicate au creat premisele apariției unui mare număr de elemente chimice. Astfel, în stelele cu temperaturi centrale de pînă la 4 miliarde de grade au putut lua naștere, prin reacții termonucleare succesive, majoritatea elementelor grele. Abundența acestor elemente grele în Univers scade exponențial cu masa atomică pînă la 100, apoi direct proporțional în cazul elementelor mai grele.

Punctul de vîrf în graficul abundenței elementelor grele în Univers îl reprezintă fierul și metalele vecine acestuia.

Pentru corpurile stelare obișnuite (care nu dezvoltă temperaturi care să permită „doparea" nucleelor grele cu neutroni), fierul reprezintă cenușa vetrei atomice, un element final în lungul șir de reacții termonucleare care duc la epuizarea energiei stelare.

Fierul este bine reprezentat în Univers. Chiar și Terra are un nucleu alcătuit în proporție de 85% din fier (15% amestec de nichel, siliciu, cobalt, sulf), aflat la temperatura de 6.000°C, dar solidificat din cauza presiunii de 3,5 milioane atmosfere. Spre deosebire de nucleu, litosfera conține o mare varietate de elemente, majoritatea mai ușoare decît fierul, și a căror repartiție în litosferă diferă considerabil de repartizarea în Univers.

Cum ne-am putea imagina, de exemplu, viața actuală și existența viitoare, fără aluminiu, siliciu, titan sau uraniu? Și totuși, aceste metale însumează doar o parte infimă din cele două procente pe care am văzut că le reprezintă metalele grele în balanța materială a Universului. Tot în balanța materială a Universului întîlnim, cu o prezență cu totul și cu totul insignifiantă, un element chimic cu greutatea moleculară 12 și cu o neobișnuită „dragoste" pentru combinații chimice: carbonul. Pentru a arăta cît este de slab reprezentat acest element în Univers, este suficient să arătăm că pe Terra, unde carbonul joacă un rol esențial, reprezintă doar 0,119% din totalul materiei terestre.

SUVERANUL CARBON

Și totuși, dintre cele 92 elemente chimice naturale pe care le cunoaștem actualmente, carbonul a fost desemnat să constituie suportul material al fenomenelor specifice vieții. Fără carbon, viața terestră nu ar exista, sau ar exista poate în forme pe care azi nici nu ni le putem imagina. Căci acest rol al carbonului nu este întîmplător, el prezentînd o serie de caracteristici care-l evidențiază în rîndul celorlalte elemente.

Astfel, trebuie să arătăm de la început că acest element chimic prezintă o reactivitate extraordinară, formînd covalențe cu majoritatea elementelor, cele mai stabile fiind cele formate cu el însuși și cele formate cu atomi de hidrogen (rezultînd substanțe numite hidrocarburi). Pentru a evidenția extraordinara reactivitate a carbonului este suficient să arătăm că, în

timp ce un număr de 104 elemente chimice terestre pot forma maximum 100.000 de diverse combinații, carbonul poate da naștere la aproape 2.000.000 de combinații! Atomul de carbon este unic în felul său, căci se consideră că în condiții ideale de temperatură și de presiune, el poate da naștere unui număr practic infinit de catene, ceea ce demonstrează încă o dată imensele posibilități reactive ale carbonului, în comparație cu celelalte elemente. Spre exemplificare, este suficient să arătăm că alte elemente formează mult mai puține hidruri (borul — 15, siliciul, germaniul și staniul — sub 10, azotul — 3), majoritatea elementelor formînd o singură hidrură.

Pe lîngă deosebita lor diversitate, hidrocarburile prezintă, ca numitor comun, o foarte mare stabilitate, datorată mai multor factori: energia de legătură foarte mare, electronegativitate foarte apropiată între atomii de carbon și de hidrogen, inerția chimică datorată lipsei orbitalilor liberi și a electronilor neparticipanți.

Numărul foarte mare de hidrocarburi pe care le cunoaște chimia a constituit vreme îndelungată un criteriu esențial în clasificările vastului obiect de studiu al acestei științe. Astfel, vreme îndelungată s-a vorbit despre o chimie anorganică (cuprinzînd studiul compușilor chimici formați de companionii carbonului din tabloul periodic al elementelor) și o chimie organică (concentrîndu-se exclusiv asupra studiului compușilor carbonului). Împărțirea este corectă, dar nu este pe deplin proprie.

Numele de „chimie organică" pleacă de la constatarea că majoritatea compușilor carbonului sînt întîlniți în diferite faze de desfășurare a chimismului corpurilor vii. Dar nu toți acești compuși caracterizează viața, și un număr și mai mic dintre ei putem afirma că sînt esențiali pentru existența vieții ca atare.

Compușii chimici ai carbonului au o răspîndire pe care nu greșim numind-o universală. Apariția are loc chiar în sînul stelelor, în timpul procesului de scădere a temperaturii acestora. Așa apar substanțe chimice cum ar fi cianul $N \equiv C$ — care prefigurează aproape toți compușii carbonului, sau metinul $H—C \equiv$ (cu o reactivitate chimică foarte bună). Apar în continuare și alți compuși, cum ar fi dicarbonul (C_2) — care prelimină formarea lanțurilor carbonice, sau metanul (CH_4) — care reprezintă una din cele mai prodigioase prezențe ale carbonului în viața noastră cotidiană.

Dar lista compușilor carbonului cu vastă răspîndire în Univers este departe de a se sfîrși. Ei pot fi întîlniți nu numai

în imensele retorte stelare, ci și în alte formațiuni cosmice mult mai reci, cum ar fi norii cosmici. În acești nori cosmici, alături de amoniac, apă, acid cianhidric, hidrogen sulfurat, oxid de sulf, se află și o serie de compuși ai carbonului, cum ar fi aldehida formică, cian-acetilenă, metin acetilena, acidul formic și alcoolul metilic.

Aici apar, deci, alături de carbon, și elementele care-l vor susține în declanșarea marii aventuri a vieții terestre: hidrogenul, oxigenul, azotul, sulful. Doi dintre acești companioni se vor uni pentru a da naștere unui lichid care în condiții normale este incolor, inodor și insipid, dar care în orice împrejurări condiționează existența vieții terestre. E aproape inutil să precizăm că cele două elemente chimice sînt oxigenul și hidrogenul, și că rezultatul unirii este atît de banala apă.

Apa nu este, însă, privilegiul Terrei. Și e suficient să arătăm că o investigație efectuată de un grup de cercetători din S.U.A., Franța și R.F.G. a dus la evidențierea existenței unui nor de apă în afara galaxiei noastre. Investigația, realizată pe lungimea de undă de 1,2 cm, cu ajutorul radiotelescopului de la Effelsburg al Institutului de radioastronomie „Max Planck" (R.F.G.) a descoperit respectivul nor de apă în nebuloasa IC-133, de la marginea galaxiei spirale M-33, la o distanță de 2,2 milioane de ani-lumină de Terra.

VIAȚA

Cunoaștem cu certitudine că elementele și combinațiile chimice amintite mai înainte, inclusiv apa, au constituit premisele apariției vieții pe Terra. Dar aceste premise au putut fi valorificate numai în măsura în care s-au realizat condițiile propice saltului calitativ de la materia nevie la materia înzestrată cu viață. Dacă am continua să inventariem elementele care contribuie la apariția și menținerea vieții, am constata că la lista elementelor enumerate mai sus s-ar adăuga unul singur esențial: fosforul — energeticianul șef al materiei vii.

Din punct de vedere chimic, materia vie nu se deosebește mult de materia nevie. Diferența specifică nu o întîlnim în planul diversității, și nici în planul cantității, ci în importantul domeniul al informației.

În cazul materiei nevii, raporturile informaționale sînt extrem de limitate — în cazul apariției unei substanțe prin

reacția a două elemente chimice, singura informație este cuantificarea raportului în care are loc unirea celor două elemente. Simplificînd la maxim lucrurile, putem afirma că materia nevie este un sistem binar, în care toți compușii au 2 stări diametral opuse — existența și non-existența.

Materia vie se caracterizează prin marea bogăție de informații care determină modul său de structurare, putem afirma chiar că materia vie înseamnă informație „înghețată", materializată în forme specifice. Odată cu apariția materiei vii, chiar în formele ei cele mai elementare, putem vorbi despre inteligență.

Din păcate, pentru spiritul comun inteligența este un concept denaturat, pus în conexiune exclusiv cu posibilitățile intelectuale ale omului. Putem afirma că modul de comportare inteligent, conceput ca totalitatea posibilităților de menținere a integralității și de adaptare, constituie o trăsătură fundamentală a sistemelor vii, pe toate treptele de organizare, și contribuie la păstrarea intactă a zestrei informaționale a acestor sisteme.

Pe toate treptele de organizare, materia vie primește, prelucrează, elaborează și transmite informații. Aceste informații se găsesc în strînsă concordanță cu nivelul de dezvoltare al materiei vii, precum și cu volumul și intensitatea informațiilor recepționate. Mai mult chiar, sistemele vii își permit să facă risipă de informație, dublînd-o în scopul emiterii și recepționării sale corecte, dînd astfel naștere fenomenului de redundanță.

Dacă în sistemele informatice pe care le elaborăm noi în scopuri științifice sau economice redundanța este un adevărat flagel, scăzînd în mod considerabil eficiența acestora, în cazul sistemelor vii redundanța este o importantă cheie a succesului.

Pentru a exemplifica afirmația de mai sus, să ne oprim o clipă în fascinanta lume a celulei vii. În celulă, depozitarul informației este A.D.N. (acidul dezoxiribonucleic), care se prezintă sub forma unui dublu lanț elicoidal de proteine. Avem de-a face cu o informație redundantă, căci cele două lanțuri care alcătuiesc A.D.N. sînt perfect identice. În cadrul procesului de înmulțire, cele două lanțuri se separă, fiecare constituind o informație (mai precis un adevărat fișier de informații) adresată materiei nevii. Fiecare din aceste lanțuri proteinice va „sintetiza" un lanț similar, transformînd materia nevie în materie vie, prin intermediul informațiilor transmise.

În felul acesta, patrimoniul informațional al materiei vii rămîne intact, în bună parte independent de condițiile în care are loc transferul de informație. Revenind la exemplul de mai sus, are loc un transfer de informație cvasi-perfect, cu pierderi de informație practic inexistente, ducînd la apariția unui sistem viu identic cu cel inițial, cu aceeași compoziție și cu aceeași funcționalitate.

La sistemele vii, situate pe treapta celulară de dezvoltare, întîlnim în felul acesta ceea ce omul a dorit mereu și nu a putut niciodată să obțină: nemurirea. Practic, prin apariția unei celule identice cu celula inițială, putem vorbi despre autoreplicare, informația conținută în celula inițială regăsindu-se integral în celula duplicat. Diviziunea și multiplicarea le putem considera simple evoluții cantitative în viața sistemului viu, pe care-l reprezintă celula.

În cazul omului, situația este în bună parte diferită. La apariția unei noi ființe umane, cei doi genitori contribuie în mod egal la zestrea genetică a noii ființe. Dar această contribuție este limitată la numai jumătate din zestrea genetică a genitorului, cealaltă jumătate pierzîndu-se, fără nici o finalitate. În cazul acesta, natura și-a permis o mare risipă de informație (randamentul transmiterii informației este de numai 50%) în folosul creșterii diversității și complexității sistemelor vii. În felul acesta, nu există două ființe umane absolut identice, și poate tocmai de aceea avem noi sentimentul atît de cert al tranzienței noastre într-o lume în care materia vie era, la începuturile sale, nemuritoare . . .

Pentru a continua prezentarea sistemelor vii, trebuie să arătăm că acestea se caracterizează printr-o accentuată negentropie (entropie negativă). Conform celui de-al doilea principiu al termodinamicii, orice sistem tinde să ajungă în starea de echilibru dinamic cu mediul înconjurător, prin creșterea continuă a entropiei sistemului respectiv. Dacă acest principiu ar fi valabil și în cazul sistemelor vii, acestea s-ar dezagrega sau ar încremeni la variații ale condițiilor de mediu mult mai mici decît cele pe care le suportă în mod obișnuit. Dar am văzut mai înainte că fiecare sistem viu are tendința de a păstra intactă cantitatea de informație pe care o conține, fără ca fluctuațiile de energie din afara sistemului să afecteze energia informațională a acestuia.

Iată, de exemplu, apa. Este un fapt bine cunoscut că, în condiții normale de presiune (760 mm coloană Hg), apa se solidifică la 0°C și fierbe (se vaporizează) la 100°C. Odată înglobată în sistemele vii, apa își pierde aceste caracteristici, ca urmare a energiei informaționale crescute pe care o primește. În sistemele vii, apa nu îngheață nici la temperaturi ambientale de —60°C (temperatură la care omul reușește să reziste cu succes), și nu fierbe la temperatura de 100°C (căci s-au descoperit microorganisme în apele clocotite ale gheizerelor). Aceasta este posibil datorită faptului că sistemele vii își creează propriile sisteme de prelucrare (în cazul de mai sus, atenuare) a informației primite. Omul, de exemplu, rezistă — chiar cu riscul unei deshidratări accelerate — la temperaturi de 80—85°C. Datorită procesului de homeotermie, în tot timpul expunerii la aceste temperaturi înalte, temperatura internă a sistemului (a corpului uman) nu depășește 37°C. Și nici nu poate fi altfel, de vreme ce la „numai" 43°C se produc însemnate modificări în structura proteinelor (în primul rînd, coagularea) — fapt care antrenează încetarea existenței sistemului.

Rezultă deci cu claritate faptul că un sistem viu este cu mult mai mult decît o simplă însumare de substanțe organice, fiind o stare superioară de organizare a materiei, în care coexistă substanțe caracteristice vieții cu substanțe aflate în stare moleculară obișnuită.

Avem toate motivele să credem că în acest Univers, pe care de-abia ne-am obișnuit să-l considerăm infinit, viața nu este un fenomen spontan și aleatoriu, ci este un fenomen cu o veritabilă vocație de Universalitate, a cărui apariție, acolo unde sînt întrunite condițiile necesare, constituie o necesitate.

Să vedem ce dovezi ne oferă în acest sens spațiul cosmic.

VIAȚA ÎN COSMOS

După cum arătam mai înainte, prin studii de spectroscopie optică și radiospectroscopie au fost descoperite în diferite regiuni ale Universului peste 30 de compuși organici sau anorganici ai carbonului. Din păcate, viața nu poate fi detectată cu aceleași metode, astfel că nu putem decît să presupunem că apariția respectivilor compuși ai carbonului premerge apariția vieții.

La puțin timp după evidențierea existenței acestor germeni ai vieții, lumea științifică și-a pus îndată întrebarea: pot fi considerate aglomerările acestor germeni drept puncte de

iradiere a vieții? Dacă răspunsul este pozitiv, cum a avut loc această iradiere?

Cel care, la începutul secolului nostru, a emis o teorie în acest sens este fizicianul și chimistul suedez Svänte August Arrhenius. Conform concepției lui Arrhenius, vehicularea germenilor vieții prin spațiul cosmic sau între diferite corpuri cosmice poate avea loc sub influența radiațiilor emise de corpurile stelare. Acest proces de radiopanspermie ar putea antrena nu numai compuși moleculari, ci și spori de bacterii. Acești spori, cu dimensiuni de ordinul zecimilor de microni, odată „smulși" din atmosfera terestră pot căpăta, sub impulsul radiațiilor cosmice, accelerații de-a dreptul fantastice, care le-ar permite să străbată distanța de la Soare la cea mai apropiată stea în 9.000 de ani.

Datorită greutății lor infinitezimale, sporii de bacterii se sustrag influențelor cîmpurilor gravitaționale. Însă în cazul în care sporii aderă la o particulă materială cu o greutate sensibil mai mare, ei vor fi atrași imediat de către corpul cosmic cel mai apropiat, sau pot chiar să se reîntoarcă de unde au pornit.

În călătoria lor cosmică, germenii vieții trec prin condiții deosebit de grele, caracteristice vidului interstelar. În primul rînd, este vorba de temperaturile foarte joase din spațiul cosmic, foarte apropiate de zero absolut. Dar încă din secolul trecut R. Pictet și P. Bequerel au arătat că sporii bacterieni au o deosebită rezistență față de temperaturile joase, care nu provoacă moartea microorganismului respectiv, ci intrarea acestuia în stare de anabioză. Odată cu ajungerea în condiții mai bune, anabioza încetează și microorganismul revine la viață.

Referindu-ne în continuare la condițiile existente în spațiul cosmic, trebuie să amintim radiațiile de cele mai variate lungimi de undă, pe care le recepționează din plin microscopicii călători cosmici. Spre deosebire de suprafața Terrei, unde ajung numai radiațiile cu lungime de peste 3.000 Å (din spectrul optic și infraroșii), în spațiul cosmic sînt omniprezente radiațiile cu lungimi mici de undă (1.000—3.000 Å), cu o acțiune chimică foarte puternică.

Ca urmare a acțiunii acestor radiații, în scurt timp se produc alterări ireversibile în structura materiei vii. Sub influența radiațiilor ultraviolete, de exemplu, proteinele își pierd capacitatea de a se dizolva în apă, li se modifică viscozitatea și proprietatea de a roti optic planul luminii polarizate. În ultimă instanță, proteinele coagulează, ceea ce înseamnă dispariția materiei vii.

Toate aceste argumente pledează pentru infirmarea teoriei radiopanspermiei. În aceste condiții, au fost curente științifice care și-au îndreptat atenția spre teoria litopanspermiei, elaborată încă în secolul trecut, și care presupunea că germenii vieții au fost aduși pe Terra de către meteoriți.

Din fericire, am depășit demult acel stadiu al științei în care, din ignoranță sau neputință, eram obligați să căutăm cauze prime în alte spații, alte timpuri sau alte rațiuni (divine sau nu . . .). De aceea, teoria litopanspermiei a căzut în desuetitudine — dar meteoriții au rămas în centrul atenției oamenilor de știință, ca importante surse de informații asupra spațiului cosmic.

După o lungă perioadă de timp, în care se considera că meteoriții ar fi rămășițele unor corpuri cosmice dezagregate, se acceptă aproape unanim faptul că meteoriții provin din condensări izolate ale nebuloasei care a dat naștere sistemului solar, și care nu au fost înglobate în corpurile planetare. Studiile mineralogice efectuate asupra meteoriților au dus la concluzia că au o vechime comparabilă cu cea a Terrei, precum și o structură în bună parte asemănătoare cu cea a rocilor terestre — fapt care demonstrează apartenența lor la sistemul nostru solar.

După ce, timp de secole de-a rîndul, meteoriții au fost obiectul celor mai variate superstiții, în secolul XIX o serie de oameni de știință cum ar fi L. J. Thénard (Franța), J. J. Berzelius (Suedia) și F. Wöhler (Germania) au studiat în mod aprofundat mostrele meteoritice care le stăteau la îndemînă, dovedind chiar prezența carbonului și a unor compuși ai carbonului în respectivele mostre.

Ca urmare a cercetărilor întreprinse asupra meteoriților, s-au cristalizat o serie de criterii de clasificare a acestora, în funcție de aspect, structură cristalografică și compoziție chimică. Cea mai precisă dintre aceste clasificări este cea care are ca și criteriu fundamental compoziția chimică, și care împarte meteoriții în 3 mari grupe: litici, siderolitici și sideritici. Actualmente, cei care studiază meteoriții au la dispoziție aproape 1.800 de exemplare, împărțite în grupe după cum urmează:

— meteoriții litici — alcătuiesc aproape 93% din totalul meteoriților cunoscuți, avînd în compoziție în primul rînd silicați (62%) și pe urmă fier (15,5%) și mangan (14,3%);

— meteoriții sideritici — alcătuiesc numai 6% din numărul total al meteoriților cunoscuți, fiind formați din fier (90,8%), nichel (8,5%), și alte elemente în proporții infime;
— meteoriții siderolitici — constituie o punte de tranziție între cele 2 grupe prezentate mai sus și conțin silicați și fier în proporții aproximativ egale.

Dintre grupele de meteoriți menționate, ne interesează cu prioritate grupa meteoriților litici, care cuprinde într-o subdiviziune a sa meteoriții considerați carbonici.

Meteoriții litici condritici sînt alcătuiți din formațiuni sferice minerale numite condrite, iar cei carbonici se remarcă prin conținutul sporit de carbon. În mod obișnuit, un astfel de meteorit conține carbon în proporții care variază între 0,01% și aproape 5%. Dar nu conținutul de carbon în sine este cel care ne trezește interesul pentru acest fel de meteoriți, ci faptul că ei conțin o gamă largă de compuși ai carbonului, de la cei mai simpli la cei mai complecși. Au fost astfel evidențiați compuși cum ar fi hidrocarburi, fenoli, uree, acizi organici grași, glucide, aminoacizi, compuși sulforganici, culminînd cu un număr mare de polimeri organici.

Între compușii amintiți mai sus, de cea mai susținută atenție s-au bucurat aminoacizii, și este normal să se întîmple așa atîta timp cît nu putem concepe viața fără aminoacizi, constituenții de bază ai proteinelor. De aceea, aminoacizii sînt un indicator cert al prezenței vieții, și nu puțini au fost oamenii de știință care au afirmat că aminoacizii ar fi apărut în meteoriți prin descompunerea unor proteine de origine necunoscută.

Trebuie să arătăm că meteoriții carbonici care au fost cei mai intens studiați sînt cei căzuți la Orgeuil — Franța (1864), Murray — S.U.A. (1950) și Murchison — Australia (1969). Chiar dacă aminoacizii sînt prezenți în proporție de cîteva micrograme la un gram de rocă, evantaiul prezențelor este foarte larg, cuprinzînd arginina, alanina, alfa și beta, acidul asparagic, fenilalanina, glicina, acidul glutamic, histidina, leucina, lizina, metionina, serina, prolina, tirozina, treonina, valina și ornitina. Și să nu uităm că în proteinele viețuitoarelor terestre actuale se întîlnesc 20 de aminoacizi între care sînt și cei 17 aminoacizi enumerați mai sus!

S-a încercat să se explice existența aminoacizilor în materialul meteoritic și prin contaminare, presupunîndu-se că aceștia ar avea o origine exclusiv terestră. Această ipoteză simplă avea meritul de a rezolva în întregime problema, dar analiza

amănunțită a aminoacizilor a arătat că adevărul este cu totul altul.

Astfel, analiza cromatografică a aminoacizilor a demonstrat inactivitatea optică a acestora. Spre deosebire de aminoacizii găsiți în meteoriți, amonoacizii prelevați din celulele vii sînt în majoritate dextrogiri (rotesc planul luminii polarizate spre dreapta). În schimb, aminoacizii de origine meteoritică sînt de fapt amestecuri de aminoacizi levogiri și dextrogiri, ceea ce le conferă inactivitatea optică.

Mai există și alte elemente care deosebesc aminoacizii meteoritici de aminoacizii existenți în celulele vii, printre care putem aminti faptul că primii au conținut mult mai mare de izotopi grei.

Argumentele enumerate mai sus sînt suficiente ca să demonstreze originea abiotică a aminoacizilor găsiți în meteoriți, ei apărînd probabil în urma unor procese chimice care au modificat materia nevie. Deși la prima vedere această concluzie pare descurajantă, ea ne permite conturarea unor alte concluzii foarte importante, de natură a ne inspira convingerea că elementele constituente ale vieții apar din materia nevie în cadrul unui proces pe care-l putem presupune continuu și universal. În cadrul acestui proces, elementele constituente ale materiei vii apar din materia nevie întotdeauna cînd sînt întrunite condițiile favorabile necesare.

Considerăm că universalitatea procesului de apariție a elementelor constituente ale vieții nu mai trebuie demonstrată atîta vreme cît anterior am arătat bogata lor prezență în Univers, precum și modalitățile de răspîndire prin hăurile siderale.

Dar trebuie să subliniem că toți compușii amintiți, de la hidrocarburi pînă la aminoacizi, nu constituie decît cărămizi ale vieții, ei structurîndu-se într-un sistem viu numai în anumite condiții, riguros determinate. Și pentru a vedea care sînt aceste condiții, să elaborăm un scenariu pornind de la datele pe care ni le oferă sistemul nostru solar.

FAMILIA SOARELUI

Întrucît am văzut că întreaga existență a sistemului solar se structurează în jurul Soarelui, să ne îndreptăm atenția în primul rînd către acesta. După cum am arătat în capitolul pre-

cedent, rolul primordial al Soarelui derivă atît din modul în care influențează cinematica globală a sistemului solar (el concentrînd 99,855% din masa totală a sistemului solar), cît și din poziția sa de furnizor principal de energie.

Energia furnizată de către Soare este o rezultantă a proceselor termonucleare pe care temperaturile imense din inima sa (aproximativ 15.000.000°C) le amorsează și le întreține. Inima solară își merită pe deplin numele: aici, în fiecare secundă, 564 milioane tone de hidrogen sînt transformate într-o cantitate echivalentă de heliu. În această fantastică reacție, 4 atomi de hidrogen, cu masa atomică cumulată de 4,032, dau naștere unui atom de heliu, cu masa atomică de 4,027. Diferența de masă se transformă în energie, care ajunge la suprafața Terrei sub forma radiațiilor calorice, lumionase și ultraviolete (sau de mare energie).

Analizele spectrale au arătat că actualmente Soarele are în compoziție 78% hidrogen, 20% heliu și 2% alte elemente mai grele (cum ar fi oxigenul, carbonul, azotul și fierul). Luînd în calcul dinamica reacțiilor termonucleare care transformă hidrogenul în heliu, s-a ajuns la concluzia foarte importantă că Soarele a luat naștere acum 4,5—5 miliarde de ani.

Fiind o imensă sferă de gaz, Soarele are o densitate mult inferioară densității terestre (1,4 gr/cm^3 față de 5,517 g/cm^3). Dar aceasta este o densitate medie, căci în centrul Soarelui, unde reacțiile termonucleare se desfășoară la maxima lor intensitate, densitatea materiei solare depășește 224 g/cm^3, în condițiile unei presiuni de 250 miliarde atmosfere!

Deși Soarele a constituit dintotdeauna principalul obiect de studiu al astronomilor, „anatomia" sa prezintă încă multe pete albe. O astfel de pată albă o constituie petele negre, care apar frecvent pe suprafața astrului. Întrucît Soarele a constituit obiect de adorație în majoritatea religiilor lumii, petele solare au constituit mereu un puternic motiv de îngrijorare și cronicile chineze și coreene fac dovada unor observații asupra petelor solare care se întind pe parcursul a mai multor mii de ani.

În Evul Mediu european, Soarele era unul din principalele subiecte ale fanatismului bigot, fiind o blasfemie să afirmi că Soarele ar fi impur. De aceea, cînd în 1606 Galileo Galilei vede cu claritate prin luneta sa petele solare, mulți prelați au refuzat cu obstinație să-și lipească ochiul de ocularul acesteia, pentru a nu intra în contact cu o realitate care le zdruncina din temelie doctrina religioasă.

Totuși, ca întotdeauna, știința și-a impus punctul de vedere și petele solare au devenit obiect de studiu permanent, în ultimele două secole realizîndu-se observații continue asupra fenomenelor solare. Această serie bogată de date a permis unui astronom amator, J. Scheiner, să descopere în secolul trecut importantul fenomen de periodicitate a petelor solare. Potrivit acestei periodicități, procesul de apariție a petelor solare cunoaște un maxim la fiecare 11 ani, urmat de o perioadă de acalmie, cu un minim la jumătatea perioadei.

În felul acesta, s-a ajuns la concluzia că Soarele este o stea variabilă semi-regulată, variabilitate care nu a putut fi detectată la nici un alt corp stelar din Univers. Variația este însă foarte mică în amplitudine, fiind mai mică de 1% (sub 0,01 din magnitudinea obișnuită a Soarelui).

Trebuie să arătăm, pentru a cuprinde amploarea reală a fenomenului, că petele solare nu sînt nicidecum obiecte negre (cum apar pe fotografiile noastre, unde strălucirea discului solar este redusă la intensități suportabile ochiului omenesc). Dimpotrivă, petele solare sînt printre cele mai strălucitoare obiecte care populează firmamentul, centrul celei mai „întunecate" pete solare fiind de mii de ori mai strălucitor decît cea mai luminoasă parte a Lunii. Petele solare apar deci întunecate numai prin contrast cu strălucirea mult superioară a suprafeței solare învecinate.

Cu toate că nu s-a putut stabili cu exactitate natura petelor solare, apariția lor este pusă în mod curent în legătură cu evoluțiile cîmpului magnetic solar. Datorită structurii sale gazoase, Soarele are un cîmp magnetic relativ slab, de o intensitate care depășește cu foarte puțin intensitatea cîmpului magnetic terestru. Dar, în timp ce cîmpul magnetic terestru are o formă regulată asemănătoare cu cîmpul magnetic al unui magnet bipolar în formă de bară, cîmpul magnetic solar are o formă mult mai neregulată, cu numeroase distorsiuni. În locurile unde aceste distorsiuni intersectează suprafața, apar și petele solare, precum și o serie de alte fenomene, cum ar fi protuberanțele și erupțiile solare, și redutabilele furtuni magnetice care au loc în cromosfera solară.

Toate aceste procese se desfășoară pe o scară impresionantă, dînd naștere unor consecințe spectaculoase în întregul sistem solar. Terra resimte din plin urmările fenomenelor solare de suprafață, procesele fizico-chimice și materia vie fiind influențate, de multe ori decisiv, în desfășurarea și dezvoltarea lor.

Rolul Soarelui fiind esențial în existența și evoluția sistemului solar, este normal să ne întrebăm cît timp va continua acesta să reverse cu generozitate în jur imense valuri de energie? Răspunsul sună destul de liniștitor — căci se pare că, în cazul desfășurării fenomenelor solare în limitele previzibile, Soarele va continua să furnizeze energie sistemului solar încă 5 miliarde de ani.

La capătul acestui interval, Soarele va intra în agonie. „Vatra" nucleară se va deplasa din interior spre exterior, singurul loc unde se mai găsește combustibil nuclear. În această situație, temperatura superficială a Soarelui va crește de la 5500°C la peste 10.000.000°C, fapt care va determina dilatarea rapidă a materiei solare. Vîrtejurile de materie fierbinte se vor întinde pînă la planeta Marte, pustiind Terra și transformînd-o într-un deșert fierbinte.

În felul acesta, Soarele se va transforma dintr-o stea galbenă într-o gigantă roșie, existînd sub forma aceasta încă un miliard de ani. După epuizarea combustibilului nuclear, va începe un proces de contracție desfășurat sub influența forței gravitaționale, și care va transforma Soarele într-o pitică albă, cu temperaturi superficiale de milioane de grade și temperaturi interne de miliarde de grade, dar care va asigura mai puțină energie decît Soarele actual.

La încheierea acestui ciclu, care se întinde pe durata a 12 miliarde de ani, Soarele se va naște din nou, explozia piticei albe contribuind la formarea unei nebuloase în care se va relua de la capăt procesul de formare a unui sistem solar, în care vor exista planete, asteroizi, sateliți, meteoriți și comete, și în care viața va lua de la capăt aventura devenirii . . .

Desigur, este normal să ne preocupe viața Soarelui, întrucît el este principala noastră sursă de energie exterioară planetei. Dar nu mult a lipsit ca înfățișarea sistemului solar să fie cu totul alta, și planeta noastră să se afle în bătaia a doi sori, fapt care ar fi conferit o cu totul altă configurație vieții terestre (sau ar fi făcut-o imposibilă . . .).

Steaua potențială pe care o amintim aici este actualmente cea mai mare planetă a sistemului nostru solar: Jupiter. Dimensiunile sale sînt cu adevărat impresionante: diametrul său, de 142.000 km, este aproape o zecime din cel al Soarelui. Întrucît densitatea planetei este foarte mică (de abia 1,33 ori densitatea apei), masa ei este de 1.048 de ori mai mică decît masa Soarelui. Aceasta înseamnă de 10 ori mai puțin decît masa celei mai mici stele pe care o semnalează astronomia.

Avînd în vedere faptul că Jupiter este alcătuit în majoritate din elemente ușoare (hidrogen și heliu), care ar fi putut constitui materia primă pentru reacțiile termonucleare, lipsa unei mase corespunzătoare a făcut imposibilă amorsarea acestor reacții. Datorită acestui fapt, sistemul solar a dobîndit configurația actuală, Jupiter rămînînd cel mai impozant membru planetar al său.

Evaluări teoretice au dus la concluzia că Jupiter are dimensiunile maxime posibile pe care le poate atinge un corp planetar fără căldură proprie. Aminteam mai sus o serie de caracteristici ale planetei, și mai trebuie să adăugăm că Jupiter are un volum de 1.308 volume terestre, concentrînd o cantitate dublă de materie față de toate celelalte planete ale sistemului solar luate la un loc. Datorită acestui fapt, forța de gravitație la suprafața planetei este de 2,6 ori mai mare decît gravitația la suprafața Pămîntului. Pentru a scăpa din îmbrățișarea gravitațională a lui Jupiter, o navă cosmică are nevoie de viteza de 59 km/sec.

Studierea particularităților planetei a dus la concluzia că, în totală contradicție cu evaluările teoretice amintite mai sus, Jupiter are căldură proprie, și încă una impresionantă, atîta vreme cît în interiorul planetei se dezvoltă temperaturi de pînă la 30.000°C. Se pare că planeta se contractă în medie un milimetru pe an, și această contracție face ca Jupiter să emită în spațiul înconjurător de 2,5 ori mai multă căldură decît primește de la Soare.

Cea mai mare enigmă a lui Jupiter este Pata roșie, formațiune ciudată cu dimensiuni impresionante: 39.000 km lungime și 14.000 km lățime. Pentru prima dată, Pata roșie a fost observată în anul 1664 de către Robert Hooke, și de atunci astronomii au încercat în zadar să-i dezlege enigma. Tot ce s-a putut afla, se referă la comportarea enigmaticei formațiuni, care are o mișcare de rotație în jurul centrului propriu, precum și o mișcare care-i permite să dea ocol lui Jupiter în 90 de zile. În general, comportarea Petei roșii este cea caracteristică unui vîrtej uriaș — dar prea puțini sînt cei care îndrăznesc să susțină că materia prinsă în acest vîrtej ar fi numai nori de amoniac . . .

Chiar dacă Jupiter nu a putut deveni stea, este înzestrată cu un sistem de sateliți care rivalizează în complexitate cu însuși sistemul Solar. Pentru moment, sînt cunoscuți 14 sateliți ai lui Jupiter, și alți sateliți vin să se adauge pomelnicului în fiecare an. Se pare că trecerea gigantului prin preajma cen-

turii de asteroizi nu rămîne fără folos, cei mai mici sateliți ai lui Jupiter fiind în mod sigur capturați în cursul acestor treceri.

Între sateliții jovieni, cinci sînt cei care prezintă mai mult interes: Amalthea, Jo, Europa, Ganymede și Callisto (enumerați în ordinea depărtării de planetă). Toți cinci gravitează în planul ecuatorial al lui Jupiter, și au mereu aceeași față întoarsă către planetă.

Amalthea este un corp ceresc mic, cu raza de 120 km, ceea ce explică faptul că a fost descoperită de abia în anul 1892, de către Barnard, în timp ce ceilalți companioni au fost descoperiți de Simon Marius și Galilei în anii imediat după inventarea lunetei (1609). Ca urmare a acestui fapt, cei patru sateliți mari ai lui Jupiter au fost numiți galileeni.

Un cuvînt încă despre Amalthea, care a atras atenția astronomilor prin suprafața sa extrem de roșie, fiind probabil cel mai roșu obiect din întregul sistem solar.

Sateliții galileeni au dimensiuni mult mai impresionante decît Amalthea. Vecinul acesteia, Jo, are un diametru de 3.640 km., avînd deci dimensiuni mai mari decît Luna. La rîndul său, densitatea lui Jo este și ea superioară densității materiei lunare, fiind de 3,5 g/cm^3. Dar, spre deosebire de Lună, Jo nu este un corp ceresc mort, căci misiunea spațială Voyager 1 a detectat pe suprafața lui Jo cel puțin 8 vulcani activi, care elimină în permanență gaze sulfuroase. Poate și ca urmare a acestei activități vulcanice, Jo este însoțit de un nor de gaze, orbita sa fiind marcată de un inel de hidrogen.

Următorul satelit în ordinea depărtării este Europa, care este mai mic decît Jo, avînd un diametru de 3.060 km. Cercetările nu au detectat nici un fel de atmosferă, dar suprafața satelitului pare acoperită de gheață.

Cel mai mare satelit al lui Jupiter este Ganymede, al cărui diametru este de 5.270 km. Cu toate acestea, nu este și cel mai greu satelit, întrucît densitatea sa este de numai 1,9 g/cm^3, fapt care a determinat pe astronomi să presupună că Ganymede este alcătuit în bună parte din gheață. Pe lîngă apă, această gheață ar putea conține și metan și amoniac, condensate din atmosfera densă pe care o reține Ganymede.

Ultimul satelit galileean, Callisto, are un diametru de 4.900 km., fiind totodată și cel mai întunecat dintre aceștia. Densitatea sa, puțin mai scăzută ca a lui Ganymede, i-a determinat pe astronomi să presupună că este alcătuit aproape în exclusivitate din gheață. Totuși, aspectul suprafeței arată existența unui sol, unde diferite minerale sînt prezente, în combinație cu apa.

După această succintă incursiune în sistemul jupiterian, să ne ocupăm în continuare de membrii familiei planetelor gigant: Saturn și Uranus. De la bun început, trebuie să arătăm că cea mai enigmatică și mai tulburătoare apariție a sistemului nostru solar este planeta Saturn, al cărei aspect a fost în permanență un excepțional punct de atracție pentru astronomi.

Primul care a văzut planeta Saturn a fost Galileo Galilei, care în 1610 scrie unor prieteni: „am văzut cea mai îndepărtată planetă, care este triplă". În 1658, Cristian Huygens cercetează imprecizia lui Galilei, arătînd că în jurul lui Saturn există un inel de o natură necunoscută.

De la Huygens și pînă în epoca cosmică, inelul lui Saturn a fost subiectul unor bogate dispute. Dar numai după misiunile spațiale ale stațiilor Pioneer 2, Voyager 1 și Voyager 2 s-a putut stabili cu precizie cartea de vizită a impresionantei planete.

S-a constatat astfel că Saturn are raza ecuatorială de 60.000 km, fapt care o plasează fără echivoc în rîndurile planetelor gigant. Raza polară a planetei are doar 53.000 km, forma generală a planetei fiind aceea a unei sfere turtite. În ceea ce privește compoziția, putem spune că sîmburele solid al planetei are dimensiunile Terrei, fiind îmbrăcat în straturi succesive de heliu și hidrogen solidificat. Ca o consecință directă a acestui fapt, cîmpul gravitațional al planetei depășește în mod sensibil în intensitate cîmpul gravitațional terestru, fără însă a se ridica la nivelul jupiterian. Cîmpul gravitațional permite planetei să păstreze o atmosferă gazoasă, care conține din abundență hidrogen, heliu, apă și hidroxid de amoniu. Atmosfera este la fel de agitată ca și cea joviană, fiind prezentă și aici o pată în bună parte asemănătoare cu cea de pe Jupiter.

Cele mai spectaculoase elemente pe care le prezintă planeta Saturn sînt inelele care-o înconjoară, 7 la număr, și a căror origine continuă să rămînă un masiv semn de întrebare.

După ce multă vreme s-a considerat că în jurul lui Saturn s-ar afla un singur inel, misiunile spațiale Voyager 1 și Voyager 2 au arătat că de fapt se poate vorbi de 7 inele distincte, fiecare dintre ele împărțite la rîndul său în mii de alte inele — în felul acesta, numărul total al inelelor fiind foarte greu de stabilit, ajungînd la ordinul de mărime al sutelor de mii.

Și avem toate motivele să credem că cercetările ulterioare ale planetei Saturn vor complica și mai mult tabloul actual.

Să aruncăm acum o privire și asupra sistemului de sateliți ai planetei. Liderul de necontestat al acestui sistem este Titan, care cu diametrul său de 5.150 km, deține locul al doilea, după satelitul jovian Ganymede, în ierarhia sateliților din sistemul solar.

Chiar dacă Titan are un diametru mult mai mic decît Terra, atmosfera pe care el o deține este de 1,5 ori mai densă decît atmosfera terestră, și conține cantități însemnate de azot și metan. Atmosfera lui Titan are o culoare roșie pronunțată, datorată unor particule de hidrocarburi complexe aflate în suspensie la o altitudine de 100—200 km. Și pentru a demonstra că realitatea întrece de multe ori cea mai înfierbîntată imaginație, să ne închipuim pentru moment suprafața veșnic înghețată a lui Titan, pe care se cerne lin o ninsoare roșie...

Lumea sateliților planetei Saturn este foarte bogată și foarte diversă, numărul total al acestora fiind de 17, 8 dintre aceștia fiind descoperiți în anul 1980, și fotografiați de sonda spațială Voyager 1. Între acești sateliți, unii au dimensiuni impresionante, depășind 1.000 km în diametru (Tethys, Dione, Rhea, Japetus), alții au dimensiuni de ordinul sutelor sau numai zecilor de km. Răspîndiți, în spațiu, sateliții formează un adevărat evantai, cel mai apropiat (1980 S 28) aflîndu-se la 137.700 km de planetă, în timp ce cel mai îndepărtat (Phoebe) parcurge în 549,15 zile orbita sa situată la astronomica distanță de 12.950.000 km de suprafața lui Saturn!

Dacă unei planete din sistemul solar i se poate acorda atributul de „bijuterie", fără îndoială că Saturn este aceea. Frumusețea sa inedită se evidențiază net în comparație cu gigantismul lui Jupiter și cu solitudinea îndepărtatelor Neptun și Uranus.

În aceste condiții, nu putem decît să subliniem din nou gama largă de particularități pe care le prezintă cele nouă planete ale sistemului solar. Uranus, de exemplu, se evidențiază net de restul planetelor prin aceea că unghiul pe care axul planetei îl face cu normala la planul orbitei este de 97°57', care imprimă planetei o aparentă mișcare retrogradă (mai exact spus, o rotație în sens retrograd). Acest fapt ar fi putut fi provocat de o coliziune cu vreo planetă rătăcitoare și efectele sale sînt dintre cele mai spectaculoase.

Astfel, ziua pe Uranus nu este de 24 de ore, după cum sîntem noi obișnuiți pe Terra. La poli, ziua durează 42 de ani

terești, timp în care un observator situat în zona respectivă ar vedea Soarele descriind pe cer o spirală, de la un orizont la altul. După aceasta, urmează o perioadă întunecată tot de 42 de ani, timp în care firava lumină solară este absentă cu desăvîrșire.

Din cauza imensei depărtări dintre Uranus și Soare (2.864 milioane km) insolația suprafeței este extrem de slabă, astfel încît temperatura acesteia, stabilită prin măsurători în infraroșu, este de —218°C. Temperatura scăzută se explică și prin absorbția energiei solare de către metan, care este unul din constituenții principali ai atmosferei. Alături de metan, în atmosfera planetei Uranus se găsește hidrogen, heliu și amoniac.

Studiile îndelungate efectuate cu ajutorul telescopului asupra planetei Ursus au dus la concluzia că aceasta are un sîmbure solid care reprezintă 60% din volumul total, restul reprezentîndu-l hidrogenul lichid. În ceea ce privește corpurile care gravitează în jurul lui Uranus, prin telescop au fost detectați cinci sateliți, care au orbita aproximativ în planul ecuatorial al planetei.

Dar surpriza cea mai mare au avut-o astronomii în anul 1977, cînd Uranus a ocultat o stea deosebit de strălucitoare. Cu această ocazie, s-a constatat că în jurul planetei Uranus se află cel puțin 8 inele concentrice, asemănătoare cu cele ale lui Saturn, dar mai groase și mai distanțate între ele.

În timp ce datele ce le deținem despre Saturn și Uranus sînt destul de complete, datele despre planeta Neptun sînt foarte aproximative și nesigure. Și avem din nou prilejul de a ne convinge despre relativitatea cunoștințelor noastre despre Univers. La scară cosmică, Neptun este „vecinul" nostru, chiar dacă se află la o distanță de Soare de 30 de ori mai mare decît planeta noastră. În virtutea acestui fapt, singurele date despre Neptun ni le-au oferit observațiile astronomice.

Concluzia acestor observații a fost că planeta Neptun este foarte asemănătoare cu Uranus — ambele planete se prezintă observatorului sub forma unor mici discuri verzi. Analiza spectografică a demonstrat că atmosferele sînt compuse din hidrogen, heliu și metan, și că ar fi posibil ca amîndouă să aibă miezuri solide.

Restul datelor pe care astronomii le-au putut deține despre Neptun ne informează că planeta efectuează o rotație completă în jurul axei în 19 1/2 ore, axa avînd o înclinație de 29°. Întocmai ca și Terra, Neptun cunoaște anotimpuri. Dar, avînd

în vedere că mișcarea de revoluție a planetei în jurul Soarelui se efectuează în 165 de ani terești, un anotimp neptunian durează 41 de ani!

Neptun, la fel ca și Uranus, este un corp înghețat. La suprafața sa domnește o temperatură de —215°C. Totuși, chiar și această temperatură este mai ridicată decît se presupune că ar trebui să fie, fapt care a dus la concluzia că Neptun ca și Jupiter și Saturn, dar spre deosebire de Uranus, are o sursă internă de energie, care radiază căldură în spațiu.

În comparație cu ceilalți membri ai familiei „giganților" din sistemul solar, Neptun are puțini sateliți, doi la număr: Nereida și Triton. Nereida este un corp de mici dimensiuni, capturat probabil de către planetă în peregrinările sale spațiale, în timp ce Triton este unul din cei mai mari sateliți din sistemul solar. Cu un diametru de 3.700 km, Triton este și el o lume înghețată, și prezintă particularitatea de a se roti în sens invers față de ceilalți sateliți importanți.

După Neptun, următorul participant la parada planetară, și bornă de frontieră a sistemului solar, este Pluto. Dar nu ne vom opri atenția asupra ei, pentru a o îndrepta spre al doilea mare grup de planete din sistemul solar, și anume planetele telurice (de tip terestru). Se mai numesc și planete interioare, întrucît orbitele lor se găsesc între Soare și orbita lui Jupiter. Spre deosebire de planetele gigantice, planetele telurice au dimensiuni mult mai mici (cea mai mare dintre ele, Terra are diametrul de 12.500 km, mai puțin de o zecime din diametrul lui Jupiter), ceea ce face ca unele gaze mai ușoare, cum sînt hidrogenul și heliul, să nu poată fi reținute în atmosferă și să se piardă în spațiul cosmic.

Formate în regiunea nebuloasei protostelare care concentra elementele cele mai grele, planetele telurice sînt mult mai dense decît planetele gigantice, și au suprafețe solide, fapt care ne îndeamnă să le cercetăm cu prioritate cînd este vorba de a căuta materia înzestrată cu viață.

Dintre planetele telurice, cea mai apropiată de Terra este Venus, corp planetar de dimensiuni apropiate de cele ale planetei noastre. Meritîndu-și numele de „luceafăr", Venus este unul din cele mai strălucitoare obiecte celeste nocturne (strălucirea sa poate întrece de 13 ori pe cea a celei mai strălucitoare stele — Sirius). Strălucirea lui Venus se datorează extraordinarului strat de nori care o înconjoară, și care reflectă o bună parte din lumina solară. În mod paradoxal însă, norii care

au făcut planeta vizibilă cu ochiul liber au împiedicat pe astronomi să obțină date despre suprafața planetei, aceste date devenind disponibile de-abia în era cosmică, odată cu pătrunderea în atmosfera venusiană a unor sonde spațiale automate.

Rezultatele cercetărilor au arătat că există numeroase similitudini între Venus și planeta noastră de baștină. Astfel, în timp ce raza medie a Terrei este de 6.378 km, raza lui Venus atinge 6.050 km. Și densitățile au valori apropiate: 5,52 g/cm³ în cazul Terrei, 5,26 g/cm³ în cazul lui Venus. În felul acesta, s-a ajuns la concluzia că Venus ar avea o structură geologică asemănătoare Terrei; o scoarță solidă groasă de 30 km și un interior aflat în fuziune.

Materia aceasta incandescentă nu a întîrziat să se manifeste, și astronomii cunosc deja bine vulcanii Theia și Rhea, aflați în plină activitate. Cercetarea cu mijloace radar a suprafeței planetei a dus la concluzia că Venus trebuie să prezinte un fenomen similar tectonicii terestre în plăci, fapt ce explică existența unui număr de 3 zone înalte, de tip continental, precum și a unui lanț de munți care culminează cu vîrful Maxwell, înalt de 10.800 m.

Acest lanț muntos cu dimensiuni atît de impresionante nu a putut apare prin intermediul vulcanismului, fapt explicabil prin condițiile existente la suprafața lui Venus. Astfel, în condițiile unor temperaturi de 460—500°C și a unei presiuni de 100 atmosfere, materia incandescentă rămîne multă vreme în această stare, ceea ce duce la apariția de conuri vulcanice uniforme, foarte aplatizate.

Fiindcă am amintit despre condițiile de temperatură și presiune cu totul deosebite de pe Venus, să aruncăm o scurtă privire asupra particularităților meteorologiei venusiene. După cum arătam mai înainte, în jurul planetei se desfășoară un strat compact de nori, care se rotește în jurul planetei cu impresionanta viteză de 380 km/h. În acest strat, zona situată între 65 și 80 km altitudine, alcătuită dintr-un amestec de acid sulfuric și vapori de apă, joacă un rol foarte important, absorbind jumătate din căldura pe care planeta o primește de la Soare. Opacitatea acestei zone este cu totul remarcabilă, căci imediat sub ea (la 63 km altitudine) Soarele este cu desăvîrșire invizibil.

Deasupra zonei dominate de acidul sulfuric, se întinde o zonă gazoasă de 30 km, o adevărată ceață alcătuită din particule de ordinul micronilor. La altitudini sub 65 km, se află adevărații nori venusieni, alcătuiți din particule de acid

sulfuric de 2—3 microni diametru. Acești nori cern continuu o ploaie fină de acid sulfuric, care se evaporă în atmosferă la altitudinea de 30 km, reîntorcîndu-se în stratul gros de nori.

Putem astfel considera că condiții întrucîtva asemănătoare celor de pe Terra se întîlnesc pe Venus la altitudinea de 30 km. Sub această limită, se întinde o atmosferă de o claritate deosebită, compusă în majoritate din 2 gaze — bioxid de carbon (96%) și azot (peste 3%). Atmosfera are și un calm deosebit, prin ea suflînd doar vînturi de maximum 18 km/h.

Dar să nu uităm că în atmosfera aceasta limpidă s-au dezvoltat adevărate condiții de iad, datorită fenomenului cunoscut în fizică sub numele de „efectul de seră"! Prin acest efect, acea parte din energia solară reabsorbită de stratul mijlociu al atmosferei venusiene este captată de bioxidul de carbon aflat în abundență la altitudini joase. Radiațiile termice emise de bioxidul de carbon au o frecvență mai mică și nu mai pot străbate stratul de nori. În aceste condiții, temperatura atmosferei a crescut la temperaturi apropiate de 500°C, presiunea atmosferică a crescut la valoarea constantă de 92 atmosfere.

Ce particularități mai prezintă acest „vecin" al nostru, situat cîteodată la numai 40 milioane km distanță? În primul rînd faptul că Venus nu are nici un fel de satelit natural, element cu totul aparte în sistemul nostru solar. Pe de altă parte, cu toate că axa sa are înclinare de numai 3%, se rotește în sens invers celorlalte planete cu înclinație mică.

Să ne îndreptăm acum atenția spre un alt membru al familiei planetelor telurice: Marte. Dacă pentru romani Venus era personificarea frumuseții și a grației, planeta roșie pe care o vedeau evoluînd pe cer au asociat-o cu zeul războiului. Dar, spre deosebire de impresia creată la o asemenea distanță, Venus este o lume tulburată, un adevărat infern, în timp ce Marte are un aspect mult mai senin, fiind o lume moartă, imobilă.

Multă vreme, Marte a stîrnit imaginația astronomilor, mai ales după ce Schiaparelli a anunțat observarea pe suprafața acestei planete a unei vaste rețele de canale, atribuibile unor ființe raționale. Aceste canale, ca și alte elemente, cum ar fi ciclul anual al calotelor polare sau schimbările periodice de culoare, au dus la concluzia că Marte se aseamănă în bună măsură cu Terra.

Din păcate pentru frumoasele visuri făurite în acea vreme, observațiile astronomice ulterioare și misiunile spațiale

automate au arătat că Marte a murit de mult, și că pe suprafața sa atît de mobilă cîndva, nu a mai curs apă și nu a mai erupt un vulcan de peste 100 de milioane de ani.

Actualmente, Marte are un aspect absolut deșertic, apa fiind o prezență foarte rară în solul sau atmosfera planetei. Dacă întreaga cantitate de apă prezentă în atmosfera planetei s-ar condensa și s-ar strînge pe suprafața planetei, ar forma un strat apos gros de numai 5 microni! Și aceasta, în condițiile în care suprafața planetei prezintă urme certe de scurgere a apei (printre altele, și o albie de fluviu lungă de 400 km și lată de 5 km).

Este posibil ca sursa tragediei planetei Marte să fie dimensiunile sale relativ modeste — raza sa este de jumătate din cea a Terrei, volumul atinge numai 15% din cel terestru, iar densitatea se ridică la numai 3,96 g/cm^3.

Atmosfera marțiană este foarte rarefiată, presiunea atmosferică (6,1 milibari) fiind de-abia a suta parte din presiunea atmosferică terestră. Compusă în proporție de 95% din bioxid de carbon și 3% azot, atmosfera marțiană mai cuprinde în proporții foarte mici oxid de carbon și vapori de apă. Singurele fenomene meteorologice pe care le prezintă atmosfera marțiană sînt norii (rari și subțiri) și furtunile de praf (dese și violente, cuprinzînd cîteodată întreaga suprafață a planetei).

Demonstrarea sărăciei în vapori de apă a atmosferei marțiene a dus la concluzia că frumoasele calote albe observate la polii planetei nu conțin decît în proporție neînsemnată zăpadă și gheață, fiind alcătuite cu precădere din bioxid de carbon. Vara, calota de la Polul Nord marțian se topește (mai precis spus, se volatilizează, căci pe Marte apă lichidă nu există), în timp ce la calota sudică se adaugă mereu bioxid de carbon, solidificat la temperatura de —120°C.

Marte deține recordul sistemului solar în ceea ce privește două forme specifice de relief. Astfel, pe Marte se găsește cel mai mare crater de impact din sistemul solar, numit Hellas, care atinge 1.800 km în diametru și 3 km în adîncime. Tot pe Marte se găsește și Olympus Mons, cel mai înalt munte din sistemul solar. De origine vulcanică, muntele are la bază diametrul de 600 km (numai craterul măsurînd 80 km), iar înălțimea sa se ridică (la modul cel mai propriu) la înălțimea de 25 km! În comparație cu acest uriaș, vulcanii și, în general, munții terestri, par niște pitici. Spre exemplificare, este suficient să arătăm că cei mai mari munți vulcanici terestri, Mauna

Loa (Hawaii) și Teide (Canare), au o lățime la bază de 200 km, și se ridică la „numai" 5 km deasupra cîmpiilor submarine care-i înconjoară.

Marte mai deține un record: are cei mai mici sateliți din sistemul solar. Cei doi sateliți marțieni, Phobos și Deimos, au dimensiuni cu totul insignifiante, și datorită faptului că au formă neregulată este nevoie de trei dimensiuni pentru a-i caracteriza. Astfel, Phobos are dimensiunile 27×21×19 km, și gravitează la distanța de 9.350 km de centrul planetei, în timp ce Deimos are dimensiunile 15×12×11 km, și are orbita la 23.490 km de suprafața lui Marte. Ambii sateliți, și în special Phobos trebuie, datorită atracției gravitaționale a lui Marte, să parcurgă orbita cu o viteză foarte mare (Phobos, de exemplu, își parcurge întreaga orbită în numai 7 ore și 36 de minute).

Fără îndoială, Marte păstrează încă multe secrete, pe care misiunile automate Viking n-au făcut decît să le evidențieze mai pregnant. După fotografierea de către aceste misiuni a suprafeței planetei roșii, și efectuarea la fața locului a unor analize de sol, un pas următor va fi aducerea pe Terra a unor eșantioane de sol marțian, în vederea realizării unor analize complete.

Dacă, din punct de vedere tehnic, o astfel de misiune pare destul de greu de realizat, se pare că hazardul a avut grijă să ne pună la dispoziție eșantioane din materia care compune planeta Marte. Astfel, Harry Mc Sween, profesor de geologie la Universitatea statului Tennessee (S.U.A.), susține că o parte din meteoriții căzuți pe Terra nu au o origine obișnuită, ei fiind fragmente de rocă desprinse de pe suprafața lui Marte cu ocazia unor erupții vulcanice de o deosebită intensitate. Analizînd doi meteoriți găsiți în Antarctica, profesorul Mc Sween a arătat că aceștia sînt de fapt bucăți de lavă cristalizată care, propulsate de o erupție vulcanică deosebit de intensă, au ieșit din cîmpul gravitațional al lui Marte, fiind ulterior atrase de Terra.

Nu avem nici un motiv să respingem supozițiile profesorului Mc Sween, căci nu trebuie să uităm că pe Marte se găsește cel mai mare vulcan din sistemul solar...

Pentru ca descrierea noastră să fie completă, să acordăm un pic de atenție și membrilor extremi ai sistemului solar, și anume Mercur și Pluto.

Mercur este o lume a contrastelor dramatice: în vreme ce părțile sale expuse la Soare se încălzesc pînă la 430°C, părțile

sale umbrite ajung la temperaturi negative de pînă la —180°C. O zi pe Mercur durează 176 de zile terestre — astfel că fiecare porțiune de pe suprafața planetei, după o expunere timp de 88 de zile la 430°C, sînt răcite brusc la —180°C. Acest fenomen intensifică procesul de eroziune și, cu toate că Mercur se aseamănă în bună parte cu Luna (de exemplu, are raza egală cu 38% din raza Terrei și masa de 5,6% din masa acesteia), suprafața sa este mai puțin accidentată ca cea a satelitului nostru natural.

Mercur deține două recorduri ale sistemului solar: cele mai mari fluctuații de temperatură și suprafață, și cea mai mare viteză de străbatere a traiectoriei orbitale (însușire determinată de importanta atracție gravitațională pe care o exercită Soarele). Densitatea sa este, de asemenea, remarcabilă, foarte apropiată de cea terestră: 5,4 g/cm^3, ceea ce duce la concluzia că Mercur are un miez solid, alcătuit din nichel și fier și care reprezintă 80% din masa totală a lui Mercur.

Chiar dacă cîmpul gravitațional al lui Mercur reprezintă 2% din cîmpul gravitațional magnetic terestru, el este totuși mai intens decît cel al planetei Venus sau Marte. Cu toate acestea, Mercur are cea mai rarefiată atmosferă, fapt datorat în bună parte puternicei influențe solare. La fel, se poate considera că slabele urme de hidrogen și de heliu prezente pe suprafața planetei sînt rămășițe ale vîntului solar, capturate de Mercur.

La extremitatea sistemului solar, și la polul opus al condițiilor de existență, se situează planeta Pluto. Spre deosebire de planetele care o preced (Jupiter, Saturn, Uranus și Neptun) și care sînt imense sfere gazoase cu sîmburi solizi, Pluto este o planetă de tip teluric. Datorită diametrului său redus și a luminozității slabe, nici cel mai puternic telescop nu prezintă planeta Pluto sub forma unui disc, aceasta prezentîndu-se observatorului sub aparența unei stele de mică magnitudine, aflată în mișcare regulată între constelații.

Acesta a fost și modul în care, în ianuarie 1930, planeta a fost descoperită de către Clyde Tombaugh, cu ajutorul telescopului Lowell. Analizînd două fotografii ale bolții cerești luate la un interval de 6 zile, eminentul astronom a avut surpriza să constate că o stea și-a schimbat locul! Nu era o stea, ci planeta Pluto, aflată în milenara sa mișcare circumsolară.

Pe suprafața lui Pluto domnesc condiții din cele mai vitrege. Soarele se află la o distanță atît de mare, încît apare pe cer ca o stea mai strălucitoare, și puțina energie solară pri-

mită de Pluto nu poate să ridice temperatura suprafeței planetare peste —228°C. Cu toate acestea, pe suprafața planetei nu se află masa de gaze lichefiate care este de așteptat, poate și datorită dimensiunilor sale neînsemnate. Studierea planetei în infraroșu a arătat totuși o strălucire particulară a suprafeței sale, fapt care a fost interpretat ca un argument pentru existența unui strat subțire de gheață carbonică.

Pluto are și un satelit, numit Charon, care a fost descoperit prin analiza unor fotografii în care Pluto prezenta o inexplicabilă elongație ecuatorială.

Nici nu se putea un nume mai potrivit pentru acest paznic al sistemului solar, care este ultimul nostru mesager înainte de Styxul interstelar. Și mai trebuie să adăugăm că acest mic satelit al lui Pluto stabilește un record inedit al sistemului solar: avînd diametrul egal cu o treime din cel al lui Pluto, Charon este relativ cel mai mare satelit natural din sistemul solar.

Am ajuns, în felul acesta, la capătul călătoriei noastre imaginare prin sistemul solar, călătorie în care nava gîndului nostru a trecut prin apropierea tuturor corpurilor masive ale acestuia. Fără îndoială, sistemul solar mai are și o serie de membri mai mărunți, și pentru noi lipsiți de importanță. Este vorba despre comete și meteoriți, care ne-au reținut atenția în măsura în care ne puteau furniza informații asupra existenței elementelor primare ale vieții în zonele extraterestre.

Ajunși în acest punct, trebuie să zăbovim asupra unei știri care, de la lansare, provoacă efervescență în mediile științifice. Cel care a lansat-o este astronomul R. Harrison, de la Universitatea din Massachusetts (S.U.A.), și care susține că Soarele are un însoțitor invizibil, care îi determină deplasarea spre centrul galaxiei cu o viteză de 2 ori mai mare decît cea pe care ar imprima-o în mod normal cîmpul gravitațional galactic.

Explicația pe care R. Harrison o dă acestui fenomen particular este pe deplin acceptabilă — să nu uităm că 80% din stelele care populează Universul sînt duble sau chiar triple. Savantul american a făcut chiar și calcule, care arată că însoțitorul Soarelui este un corp stelar cu o masă aproximativ egală cu cea a Soarelui, situat la distanța de 150.000 milioane km, și care evoluează pe o orbită circulară, cu perioada de revoluție de 10.000 de ani.

Asupra naturii acestui misterios companion invizibil s-au emis o serie de ipoteze. Astfel, s-a presupus că ar fi vorba

despre o stea cu magnitudinea 10, a cărei luminozitate este de 1 miliard de ori mai mică decît cea a Soarelui. În condițiile acestea, ar putea fi vorba despre o pitică albă cristalizată aflată în amurgul existenței sale, avînd o temperatură a suprafeței de circa 1000°C.

O ipoteză diametral opusă afirmă că însoțitorul Soarelui ar putea fi o stea în devenire, o pitică roșie cu masa egală cu o zecime din masa Soarelui, în sînul căreia de-abia a fost amorsată reacția de fuziune a deuteriului.

Cea mai spectaculoasă ipoteză plasează Soarele sub influența unei stele neutronice sau a unui „black-hole", care, în condițiile celei mai depline invizibilități reușește accelerarea mișcării galactice a astrului nostru diurn.

DIN NOU DESPRE VIAȚĂ

Ajunși cu expunerea în acest loc, după ce am trecut în revistă tabloul de o diversitate grandioasă pe care ni-l oferă sistemul solar, avem posibilitatea de a evalua șansele pe care sistemul nostru solar le poate oferi vieții. Pentru aceasta, va trebui să reluăm firul unei problematici prezentate anterior, și care se referea la elementele constituente ale materiei vii, precum și la caracteristicile materiei superior organizate.

În contextul respectiv, am arătat că elementul chimic care satisface cel mai bine tendința vieții de autoorganizare, de stocare de informație (și implicit de energie) este carbonul. Legătura chimică dintre doi atomi de carbon înglobează mai multă energie decît oricare covalență formată de alte elemente chimice (spre exemplificare, este suficient să arătăm că legătura carbon-carbon înglobează 81 kcal/mol, în timp ce legătura a doi atomi de siliciu înglobează 52 kcal/mol). În altă ordine de idei, combinațiile carbonului cu hidrogenul (hidrurile) sînt mult mai stabile decît în cazul altor elemente. Pentru exemplificare, este suficient să arătăm că energia de legătură este de 99 kcal/mol în cazul hidrurilor carbonului, fiind de numai 70 kcal/mol în cazul hidrurilor siliciului. În felul acesta, dacă siliciul poate da naștere unui număr de maximum 10 hidruri, în cazul carbonului numărul acestora este de ordinul milioanelor.

Aceste aspecte ale chimiei carbonului sînt foarte importante, căci explică pe deplin marea diversitate a compușilor

organici care iau naștere prin înlocuirea unui atom de hidrogen dintr-o hidrocarbură primară cu un radical liber. Și este util să subliniem încă o dată faptul că numai substanțe de varietatea și complexitatea celor organice pot constitui premise valabile pentru stocarea și vehicularea imenselor cantități de energie și informație pe care le conține orice sistem viu.

Dacă luăm în considerare exclusiv aspectele cantitative ale activității chimice a unor elemente, putem ajunge la concluzia că și acestea pot da naștere combinațiilor chimice care susțin viața. În acest sens, există de mai mult timp o serie de opinii care susțin că siliciul, tovarășul carbonului din grupa a patra a sistemului periodic al elementelor, poate da naștere unor asemenea combinații.

Întrucît în cele de mai sus ne-am străduit să prezentăm în permanență caracteristicile carbonului în paralel cu cele ale siliciului, să recurgem în continuare la aceeași metodolgie.

Este cunoscut că un element esențial al circuitului carbonului în biosfera terestră îl constituie vehicularea acestuia de către bioxidul de carbon, produs gazos de dezasimilație, care este introdus din nou în circuit prin procesul de fotosinteză. Un compus similar al siliciului este bioxidul de siliciu care, spre deosebire de bioxidul de carbon, se află în condițiile terestre în stare solidă. Acest fapt este explicabil și prin energia de legătură mare în cazul bioxidului de siliciu — 88 kcal/mol, în timp ce în cazul bioxidului de carbon energia de legătură se ridică la 82 kcal/mol.

În condițiile terestre, bioxidul de siliciu se află în stare gazoasă la temperaturi foarte înalte, cuprinse între 500 și 1500°C. Ori, la aceste temperaturi, chiar și la limita lor inferioară, combinațiile chimice rezultate din hidrurile siliciului (și denumite cu un termen generic silani) se descompun în elementele lor componente. După datele pe care le deținem, silanii se descompun la temperaturi care depășesc 300°C, temperatură la care bioxidul de siliciu se află încă în stare solidă.

Fără îndoială, dacă ne punem serios în joc fantezia, putem elabora scenariul unei lumi populate de ființe cu aspect de stîncă, din al căror piept la fiecare expirație, țîșnește o ploaie măruntă de particule de dioxid de siliciu. Dar sîntem departe de a fi convinși că o asemenea soluție de organizare a compușilor complecși ai siliciului poate reprezenta o cale de apariție a vieții.

Impedimentele sînt în număr foarte mare, și este suficient dacă reamintim faptul că, în condițiile obișnuite de existență

ale silanilor, starea solidă a bioxidului de siliciu face de-a dreptul imposibil circuitul siliciului între organismele vii și mediu. În concluzie, la nivelul actual al cunoștințelor pe care omenirea le deține despre Univers, este greu de conceput apariția vieții fără contribuția hotărîtoare a compușilor macromoleculari ai carbonului.

Remarcabil în cazul acestor compuși ai carbonului este ceea ce am putea denumi înaltul grad de corelare a caracteristicilor lor. Exprimîndu-ne mai concret, trebuie să arătăm că temperaturile la care are loc degradarea ireversibilă a proteinelor (peste 60°C), spre deosebire de situația întîlnită în cazul siliciului, este mult mai înaltă decît temperaturile de condensare (—56°C) și de solidificare (—79,5°C) a dioxidului de carbon, în condițiile terestre.

De asemenea, la nivel global, însușirile compușilor carbonului se află în strînsă corelare cu însușirile chimice ale apei, substanță de o importanță esențială pentru viață, pe care o determină în mare măsură, și la stabilirea caracteristicilor căreia participă cu prisosință.

APA

Supusă unei analize complete, apa are toate șansele să ne pară o substanță misterioasă. Sub aparența sa de lichid incolor, insipid și inodor, apa ascunde o serie de însușiri remarcabile, de natură a susține viața în toate aspectele ei. De aceea, apa trebuie să constituie pentru noi prima lecție de chimie, piatră de temelie în înțelegerea materiei viului.

Apărută prin binecunoscuta unire chimică a unui atom de oxigen cu doi atomi de hidrogen, molecula de apă prezintă o structură angulară, unghiul dintre cele două laturi fiind, în stare gazoasă, de 104,5°. Datorită acestui fapt, precum și datorită momentului dipolar ridicat, apa este un solvent excelent pentru compușii ionici sau compușii care se pot disocia în ioni. Această însușire este fără egal între ceilalți compuși chimici, și constituie un atu serios în misiunea de susținere a vieții.

În fază lichidă, apa prezintă un caracter cu totul insolit, o variație neașteptată a densității în funcție de temperatură. În faza solidă (gheață), apa are o structură relativ ordonată, sub forma unei rețele în care fiecare atom de oxigen este legat

de patru alți atomi similari, prin intermediul atomilor de hidrogen. La temperatura de 0°C (temperatura de solidificare), apa are densitatea de 0,99987. La creșterea temperaturii peste această limită, rețeaua de slabă densitate a atomilor de hidrogen este parțial distrusă și moleculele de apă iau o formă cvasisferică. Datorită acestui fapt, apa atinge densitatea maximă (1) la temperatura de 3,98°C, după care densitatea scade progresiv pînă la atingerea temperaturii de vaporizare (0,9584 la 100°C).

Mai mult decît o simplă curiozitate de ordin chimic, particularitățile variației densității apei în funcție de temperatură sînt de mare importanță pentru menținerea vieții în condițiile terestre. Este suficient să amintim faptul că în cazul scăderii temperaturii ambiante chiar mult sub 0°C, datorită densității sale mai scăzute gheața se formează numai la suprafața apelor, protejînd organismele de îngheț. La fel, beneficiind de aceeași însușire a apei, plantele reușesc să traverseze cu bine perioada de îngheț, evitînd înghețul apei interstițiale.

De o mare importanță între caracteristicile apei este concentrația ionilor de hidrogen (pH). Întrucît această concentrație poate lua valori de la 1 pînă la 10^{-14}, pentru pH s-au stabilit valori reprezentative corespunzătoare, de la 1 pînă la 14. La diferite valori ale pH-ului, o soluție apoasă poate avea reacție acidă (pentru pH = 1 ... 6), neutră (pH = 6 ... 8) sau bazică (pH = 8 ... 14). Punctul neutru al apei, la temperatura de 37°C, este la pH = 6,75, care este dealtfel și pH-ul general al mediului intern al organismelor vii.

Este nevoie oare de o demonstrație mai pertinentă a profundei implicări a apei în nașterea și menținerea vieții?

În organismul uman, pH-ul cunoaște variații cîteodată spectaculoase în jurul valorii medii. Astfel, în timp ce plasma sanguină are la temperatura de 35°C pH-ul de 7,36, sucul stomacal și cel intestinal au, la temperatura obișnuită a corpului, pH-ul de 1,7 (foarte acid), respectiv 8 (bazic).

Dar, pentru a face uz de o fericită expresie a profesorului I. Mânzatu, „apa nu e numai apă". Cercetările pe care prof. I. Mânzatu le-a început împreună cu colaboratorul său G. Lucaci sînt de natură a ne îndreptăți să afirmăm că ne aflăm în pragul unor importante descoperiri, care ne vor ajuta să înțelegem mai cuprinzător structura intimă a viului.

Astfel, cei doi cercetători au reușit să izoleze din apa „obișnuită" două fracțiuni distincte, singurul element care le deosebește fiind pH-ul (pentru una din fracțiuni, pH-ul este

sub 5,5, pentru cea de-a doua, peste 7,2). Chiar dacă își are originea într-o apă acum numită „neutrală", cele două fracțiuni au însușiri diametral opuse, avînd fiecare un rol precis de jucat în dinamica generală a vieții.

Fracțiunea alcalină (cu pH-ul mai mare de 7,2) poate fi numită „apă biologică", constatîndu-se că este singurul constituent al apei care participă efectiv la formarea structurilor specifice materiei vii. Apa biologică are o serie de caracteristici uimitoare, care la un examen oricît de superficial dau impresia că ea însăși este însuflețită. Astfel, o picătură de apă biologică, studiată la microscop, prezintă o pulsație continuă, într-un ritm progresiv, care nu poate fi atribuit nici unei influențe exterioare.

Singurul factor ambiant care are o influență sensibilă este temperatura, frecvența pulsațiilor variind direct proporțional cu starea termică a mediului. Pentru a se evidenția această influență, apa biologică păstrată în două recipiente identice, la aceeași temperatură, a fost pusă în legătură cu două encefalografe absolut identice. Ceea ce se evidențiază la o observație sumară s-a constatat și prin intermediul encefalografelor, care au înregistrat pulsații absolut identice. Dacă s-a procedat însă la creșterea temperaturii unuia din cele două vase, s-a putut constata o accelerare a pulsațiilor (chiar dacă pH-ul apei biologice din ambele recipiente era același).

Apa biologică mai prezintă și alte însușiri care se situează la limita posibilităților noastre actuale de a cuprinde specificitățile materiei vii. Este un fapt bine cunoscut (aceasta fiind deja o imagine integrată fondului curent de cunoștințe ale oricărui om instruit) că acidul dezoxiribonucleic prezintă o structură elicoidală dextrogiră (rotită spre dreapta). Această preferință părea de neînțeles, pînă cînd s-a constatat că apa biologică influențează într-un mod specific cristalizarea substanțelor. De exemplu, sulfatul de cupru aflat într-o soluție cu apă biologică, va avea structura de cristalizare sub forma unei spirale rotite spre dreapta.

În aceste condiții, mai apare oare de mirare faptul că dubla spirală a ADN este rotită spre dreapta? Urmarea directă a acestei constatări este presupunerea că nu apa în genere, ci fracțiunea ei alcalină, cu pH peste 7,2, dă naștere structurilor materiale specifice viului.

Desigur, o întrebare este legitimă: care este rolul apei acide, cu pH sub 5,5? Continuîndu-se experimentele relatate mai sus, s-a constatat că sulfatul de cupru aflat într-o soluție

cu astfel de apă are planul de cristalizare rotit evident spre stînga. Rotația levogiră este contrară „obiceiurilor" materiei vii, ea nefiind întîlnită în imensul repertoriu chimic al vieții terestre. Tocmai de aceea, această fracțiune a apei a primit numele de „apă antagonică".

Dar să nu ne închipuim că, fiind contrară vieții, apa antagonică ar fi inutilă sau dăunătoare. Dimpotrivă: într-un mediu alcătuit în exclusivitate din apă biologică, procesele biologice ar fi accelerate la un ritm care ar pune în pericol existența sistemului viu ca atare. În aceste condiții, apei antagonice îi poate reveni rolul foarte important de moderator al proceselor biologice, practic întregul chimism celular desfășurîndu-se la punctul de contact al acțiunilor antagonice a apei biologice și a „apei moarte".

Apă vie — apă moartă. Paralela cu frumoasele basme în care și viața și moartea erau guvernate de cele două sorturi diferite de apă se arată necesară. Printr-o genială intuiție (sau posedînd surprinzătoare cunoștințe), creatorul anonim al respectivelor basme a premers cu multe secole cercetările care astăzi pot să arate biologiei drumul adevărului.

Aceste cercetări sînt deja departe de stadiul de simplă supoziție, date experimentale tot mai bogate venind să confirme ceea ce părea la început a fi de domeniul basmului . . .

Să aruncăm o privire în retortele celulare ale vieții, acolo unde întreaga informație necesară nașterii și evoluției noastre se află codificată în dubla spirală a ADN. Identificarea structurii spirale a ADN este un cîștig al contemporaneității, cei care au imaginat în 1953 acest model fiind savanții englezi Francis Crick și James Watson. Autentificarea genialei lor intuiții le-a adus un binemeritat premiu Nobel, descoperirea dublei elice a ADN fiind chiar catalogată drept cea mai importantă descoperire științifică a secolului XX.

Ceea ce ne interesează mai mult în acest moment, este faptul că spirala dublă a ADN este rotită spre dreapta, asemeni șuruburilor obișnuite. Orientarea dextrogiră a ADN a fost privită ca un fapt normal, mai ales că ea era nelipsită în sistemele vii, cu toate că nu se putea da o explicație științifică corespunzătoare acestui fenomen. Spirala ADN a fost unul din cele mai generoase obiecte ale cercetării biochimice din ultimele trei decenii, misterele alcătuirii sale nefiind încă pe deplin elucidate.

În cursul acestor cercetări, s-a ajuns la evidențierea unor stări speciale ale ADN, în funcție de mediul în care acesta era

păstrat. Astfel, s-a constatat că în condiții de deshidratare configurația ADN este considerabil modificată, această formă, convențional numită „forma B", nefiind întîlnită în mod obișnuit în structurile viului („forma A" fiind singura care participă în mod efctiv la alcătuirea materiei vii). Faptul nu este de natură să ne mire — în definitiv, în absența apei viața este cu desăvîrșire imposibilă, iar această imposibilitate se vădește și la cele mai joase niveluri de organizare a materei vii.

Mai mult decît atît, pentru a arăta profunzimea estimărilor teoretice ale rolului apei în sistemele biologice, putem arăta că în anul 1979 un colectiv de cercetători de la Massachusetts Institute of Technology a evidențiat o altă formă posibilă a ADN, pe care ei au numit-o „forma Z". Obișnuită în condiții de laborator, această formă a ADN are spirala rotită spre stînga, și aranjată într-un zig-zag care sfidează linia perfectă a produsului natural similar. Imposibil de găsit în materia vie, formele B și Z ne îndreaptă parcă pașii spre concluzia pe care desigur o bănuiți: formarea ADN nu necesită apă obișnuită pentru a lua naștere, ci apă biologică, singura fracțiune a apei care are proprietatea de a roti spre dreapta structurile compușilor macromoleculari, deci singura care și poate oferi condiții propice de apariție a compușilor caracteristici vieții.

Această concluzie este de maximă importanță pentru noi, întrucît ne îndreaptă spre certitudinea că, în orice colț al Universului ne-am afla, apa existentă în condiții similare celor terestre conține o fracțiune „biologică", care va da cu necesitate naștere structurilor specifice ale materiei vii.

Fără îndoială, însă, că la nivelurile de temperatură și de presiune pe care le reclamă existența apei în forma lichidă, numai compușii macromoleculari ai carbonului pot asigura apariția și perpetuarea vieții, indiferent de forma concretă de existență pe care aceasta ar avea-o.

STRUCTURA MATERIEI VII

A sosit momentul să cuprindem în expunerea noastră cercetările cu excepționale implicații teoretice pe care le-a desfășurat în ultimele decenii acad. Eugen Macovschi. Aceste cercetări au avut ca punct de plecare reflecțiile pe care le-a inspirat academicianului Macovschi comportarea apei în sistemele biologice.

Practic, s-a constatat că prin stoarcerea unui fruct sau a unei plante veștede se poate obține o cantitate mult mai mare de lichid decît prin stoarcerea aceluiași volum de vegetale proaspete. La prima vedere paradoxal, rezultatul experiențelor a dus cu rapiditate la concluzia că în sistemele vii apa figurează nu numai ca un simplu cohabitant, și nu-și asumă numai rolul de constituent al lichidului interstițial. Dimpotrivă, apa figurează în bună parte în calitate de constituent esențial al structurilor materiale specifice viului, fiind intim legată de acesta, și determinîndu-i în bună parte însușirile.

Concluzia privind rolul apei în sistemele biologice nu poate fi decît de natură teoretică. Aceasta, întrucît secole de-a rîndul studierea materiei vii a mers pe un drum greșit, care consta în prelevarea unor fragmente considerate semnificative pentru materia vie, urmată de disecarea lor minuțioasă. În felul acesta, materia vie era pur și simplu distrusă, cercetarea biochimică putînd inventaria proporțiile în care se află diferite substanțe constituente, dar fără a mai putea reconstitui relațiile existente între acestea.

Situația era cel puțin nesatisfăcătoare, căci pentru înțelegerea biochimismului molecular se recurgea la metode distructive, în timp ce pentru studierea macro-dinamicii sistemelor vii se putea face recurs numai la metode descriptive. În zona de intersecție a acestor metode cu caracteristici foarte deosebite, se pierdea foarte mult, ajungîndu-se în situația ciudată în care se puteau descrie cu minuțiozitate însușirile materiei vii, fără a putea defini materia vie și viața în general.

În altă ordine de idei, biochimia este departe de a obține rezultatele pe care le aștepta (și la care se considera îndreptățită după eforturile depuse), cel mai remarcabil succes al său fiind formularea conceptului de metabolism. Conform concepției moleculare asupra vieții, care primează încă în mod absolut, în sînul materiei vii, alcătuită din combinații chimice aflate în stare moleculară obișnuită, se petrec reacții chimice perfect coordonate, subordonate în totalitate necesităților celulei între limitele căreia se desfășoară. Acesta este metabolismul.

Descriptiv, totul este foarte corect, și biochimia moleculară a inventariat cu grijă toate fenomenele chimice care însoțesc metabolismul celular, fără a răspunde însă unor întrebări fundamentale, cum ar fi:

— Care este mecanismul de coordonare metabolică la nivelul materiei vii?

— Este viața o însușire a materiei vii luată în ansamblul ei, sau se află localizată în anumite structuri specifice, imposibil de evidențiat cu mijloace clasice de investigare?

De aici a mai fost doar un pas pînă la formularea ipotezei că viața își are sediul nu în toate elementele constituente ale materiei vii, ci în anumite structuri precis individualizate, sugestiv numite *biostructură*. Într-o celulă, considerată în mod curent unitatea de bază a vieții, materia biostructurată coexistă cu materia moleculară neînsuflețită, a cărei coordonare o realizează prin mecanisme cibernetice de extremă finețe. În felul acesta, ajungem la concluzia că însușirile caracteristice ale viului nu se află diseminate în întreaga masă celulară, ci se află concentrate în elementele constituente ale biostructurii.

Situată la nivelul cel mai de jos al organizării materiei vii, biostructura este materializarea saltului calitativ pe care materia l-a făcut de la neviu la viu. Conform remarcabilelor previziuni făcute de acad. Eugen Macovschi, biostructura se prezintă sub forma unei rețele extrem de fine, care concentrează materia celulară în care se regăsesc toate caracteristicile materiei vii. La nivelul celulei vii, biostructura se prezintă ca o fază solidă, spongioasă, în interstițiile căreia există materia moleculară coexistentă, sub forma unei faze lichide.

În faza lichidă se petrec reacțiile chimice care furnizează biostructurii energia și materia necesară. Dar această afirmație nu trebuie să ne ducă cu gîndul că apa există numai în faza lichidă a materiei celulare, rămînînd astfel în perimetrul aserțiunilor fundamentale ale biochimiei clasice. Dimpotrivă, acum putem vorbi, pe lîngă apă legată (înglobată în materia moleculară coexistentă) și apă interstițială (aflată în mediul extracelular) și de apă biostructurală, înglobată în biostructură, cu titlu de element constituent.

Numai în felul acesta se poate explica fenomenul pe care l-am amintit mai înainte, și anume cantitățile diferite de lichid obținute prin stoarcerea unei mase vegetale proaspete și a unei mase echivalente aflată în stare de veștejire. În cazul aplicării în ambele cazuri a unei forțe de stoarcere moderate, din masa vegetală proaspătă putem extrage numai apa interstițială și apa legată molecular, în timp ce apa biostructurată rămîne imobilizată în biostructura încă viabilă.

În cazul stoarcerii masei vegetale veștejite (care și-a pierdut, deci, toate semnele exterioare atribuite vieții), cantitatea de lichid este mai mare, datorită faptului că prin destrămarea

ireversibilă a biostructurilor apa biostructurată este pusă în libertate, comportîndu-se ca și apa legată molecular.

Diseminată în întreaga masă celulară, biostructura se constituie într-un veritabil creier celular, la nivelul ei realizîndu-se recepționarea, stocarea și vehicularea întregului complex de informații pe care celula le primește din mediul extern. De exemplu, sub influența scăderii temperaturii, biostructura reacționează prin destrămare, prin auto-dezagregare realizată într-o succesiune precis stabilită. Spre deosebire de procesele care se desfășoară în lumea minerală, destrămarea biostructurii este pe deplin reversibilă, creșterea temperaturii ducînd la refacerea biostructurii în forma sa inițială.

Nu este oare aceasta dovada faptului că biostructura este cu adevărat sediul vieții? Trebuie să adăugăm că biostructura se comportă similar în raport și cu alți factori perturbatori din mediu, cum ar fi presiunea osmotică, crescută sau scăzută, prezența inhibitorilor metabolici, prezența de substanțe străine, modificarea concentrației diferiților ioni (magneziu, calciu, sodiu). În toate aceste situații, biostructura se comportă optimal în raport de necesitatea auto-menținerii, al păstrării nealterate a fondului de informații biologice pe care îl înglobează.

Fără îndoială, după ani îndelungați de dezbateri teoretice, se simțea nevoia unei confirmări experimentale a teoriei biostructurale. Și ea a venit de pe îndepărtatele meleaguri americane, de la Universitatea Boulder din Colorado, unde cercetătorii K. Porter și J. J. Wolosewich au evidențiat în substanța citoplasmatică o structură microreticulară, care seamănă izbitor cu desenele intuitive ale acad. Eugen Macovschi.

Trebuie să arătăm de la bun început că acest rezultat a fost obținut cu ajutorul unui instrument științific de excepție, un microscop electronic de înaltă tensiune de fabricație japoneză, care a permis pentru prima dată pătrunderea în cele mai inaccesibile cotloane ale celulei vii.

În martie 1981, K. Porter sintetizează rezultatele cercetărilor efectuate în perioada 1976—1980 într-un articol semnat împreună cu J. J. Tucker în revista „Scientific American". În acest articol, pas cu pas, sînt confirmate în întregime supozițiile emise de savantul român începînd cu anul 1958, anul elaborării conceptului de biostructură. Astfel, nu numai că se confirmă existența biostructurii și a formei sale microspongioase, dar se demonstrează că ea are comportarea estimată în cadrul evaluărilor teoretice.

În felul acesta, am putut lua cunoștință cu un caz tipic de „efect-tunel", similar în aparență fenomenului întîlnit în electronică la diodele care poartă acest nume. Plecînd de la date experimentale extrem de sărace, completate în bună parte de intuiții și ipoteze îndrăznețe, acad. Eugen Macovschi eludează lipsa experimentelor și a cercetărilor de laborator, formulînd o teorie care a trebuit să aștepte peste 20 de ani pînă la confirmarea sa experimentală, dovedind astfel că forța de prospectare a cunoașterii umane poate depăși bariere care par de nepătruns.

Putem afirma că, în urma activității științifice desfășurate de savanții români, avem acum posibilitatea de a contura un nou tablou al materiei vii și al vieții, mai complet și esențial diferit de tabloul pe care ni-l oferă biochimia clasică.

După cum am văzut, teoria biostructurală acordă o mare atenție rolului apei în celula vie, și există suficiente date experimentale pentru a demonstra rolul important pe care apa îl joacă în cadrul biostructurii. Dar întreaga problemă a rolului apei în materia vie trebuie abordată nuanțat, căci cunoaștem acum că, în ciuda alcătuirii sale chimice simple, apa este un lichid cu însușiri complexe, care de-abia acum ajung a fi cunoscute și apreciate la adevărata lor valoare.

Arătam mai înainte că în masa apei pot fi evidențiate trei fracțiuni distincte, fiecăreia putîndu-i-se atribui roluri diferite în apariția și dezvoltarea materiei vii. În afară de apa neutrală, care este biologic inertă, există fracțiunile de apă biologică și apă antagonică, diferite prin nivelul concentrației ionice, și cu rol diferit în structura materiei vii.

Avînd în vedere aceste date, pe care cercetările experimentale par să le confirme pe zi ce trece, putem presupune că în microscopicele uzine chimice ale celulei vii se petrec reacții care separă apa ingerată de organism în cele trei fracțiuni distincte. Și dacă apa neutrală rămîne la nivelul materiei moleculare existente, apa biologică și cea antagonică se concentrează la nivelul biostructurii.

Apa biologică poate astfel constitui materia fundamentală a viului, ea constituind liantul moleculelor organice într-o formă existentă în însăși structura sa. Favorizînd procesele biologice, apa biologică întreține viața, ea constituind o prezență absolut necesară. Dar nu este de neglijat nici rolul apei antagonice, căci este lesne de imaginat proliferarea anarhică a proceselor biologice în prezența exclusivă a „apei vii". De aceea,

apei antagonice i se poate atribui rolul de moderator al proceselor vitale, de inhibitor al reacțiilor chimice care însoțesc viața.

Fără echilibrul biostructural al apei biologice și antagonice ni se pare imposibilă însăși existența vieții, care este de neconceput fără reglarea fină a tuturor proceselor ce-o caracterizează. Și, sub rezerva unei reveniri mult mai întinse asupra problematicii, să notăm că la fel de nocive pentru viață pot fi ambele dezechilibre care pot afecta biostructura și, într-un orizont temporal îndepărtat, antrena dispariția ei. Vorbim despre două dezechilibre, căci excesul de apă biologică antrenează accelerarea proceselor vitale și demararea proliferării celulare de tip canceros, în timp ce un exces de apă antagonică duce la erodarea biostructurii și la desfășurarea procesului complex cunoscut sub numele de îmbătrînire.

Iată deci cît de largă este aria de implicații ale acestor noi teorii asupra structurii și naturii viului. Chiar dacă biostructura a fost în sfîrșit pusă în evidență prin intermediul microscopiei electronice de înaltă tensiune, putem spune că în cercetările de acest fel se comite același păcat pe care l-am amintit înainte: distrugerea complexului viu, „omorîrea" materiei vii în scopul realizării unor preparate de o grosime infinitezimală, care să poată fi străbătute de fluxul de electroni, și care să ofere în același timp o imagine clară, coerentă.

Ca urmare a unei astfel de tehnici, biostructura apare în microscopia electronică sub forma unei secțiuni extrem de subțiri printr-o rețea întinsă, înfățișînd configurația secțiunii respective în momentul preparării. Rezultă o perspectivă bidimensională, cu totul nesatisfăcătoare dacă avem în vedere faptul că biostructura nu este nici măcar o structură tri-dimensională, ci o structură cvadridimensională, care pe lîngă cele trei dimensiuni fizice, include și o dimensiune temporală.

Dimensiune temporală care este, poate, cea mai importantă. Căci considerăm că materia vie nu poate fi studiată în secvențe izolate, ci numai în dinamică, în strînsă interrelație cu factorii externi, în lupta sa permanentă, orientată spre conservarea identității informaționale.

Toate acestea sînt cu desăvîrșire imposibile cu mijloacele clasice de investigare a materiei vii. În această situație, lumea științifică s-a văzut confruntată cu necesitatea de a pune la punct noi metode și noi tehnici de studiere a complexului fenomen al vieții.

VIAȚA VĂZUTĂ DIN AFARĂ

Acest nou complex de metode și tehnici se bazează pe existența unui cîmp electric asociat oricărei manifestări electrice, precum și de posibilitatea, de dată mai recentă, de a înregistra configurația acestui cîmp pe materiale fotosensibile.

Începuturile sînt mai îndepărtate de zilele noastre decît par la prima vedere. Astfel, cu peste două secole în urmă (în 1778), savantul german Lichtenberg a constatat că apropiind un electrod încărcat de o butelie de Leyda de o sticlă acoperită cu pulbere de licopodiu, se produc scîntei puternice și pulberea se așază după o serie de modele care încîntă ochiul. Aceste modele erau foarte diferite ca formă, în funcție de încărcarea negativă sau pozitivă a electrodului care le dăduse naștere. Astfel, modele asemănătoare unor scîntei sau steluțe erau create de electricitatea pozitivă, în timp ce electricitatea negativă dădea naștere unor modele rotunjite, difuze.

Datorită lipsei posibilităților de imortalizare a acestei structuri, cercetările lui Lichtenberg au fost uitate, pînă cînd, în anul 1880, Trouvelot și Brown au comunicat lumii științifice că au reușit înregistrarea pe plăci fotografice a imaginilor Lichtenberg, semnînd astfel actul de naștere al electrofotografiei. După ei, electrofotografia a fost practicată simultan de către doi medici din țări diferite: Jodko Warkiewich din Polonia și Hippolyte Baraduc din Franța.

De această dată, obiectul de studiu nu-l mai constituia o placă de sticlă acoperită cu pulbere, ci organisme vii, aflate în exercitarea plenară a funcțiilor.

Astfel, Jodko Warkiewich a publicat fotografii ale unor mîini, fotografii pe care apare o stranie luminiscență marginală, pe care atît el, cît și Baraduc, au crezut că o pot asimila „magnetismului animal" descris de către Anton Messmer ca fiind un fluid invizibil emis de organismele vii.

Dr. Warkiewich a efectuat diferite experiențe, fotografiind împreună mîinile unor persoane diferite. În mod ciudat, emanațiile luminoase au arătat o comportare ciudată, în strînsă legătură cu atracția sau respingerea care se manifesta între persoanele respective. Astfel, în cazul a două persoane care se simpatizau, emanațiile păreau a se căuta, lungindu-se una spre alta. Iar în cazul unor persoane care nu se agreau, se petrecea un fenomen invers, de respingere.

Savantul polonez a folosit în cercetările sale un complex de aparate în care piesa de bază era o bobină Ruhmkorff, conectată la capătul unui conductor unipolar. Celălalt capăt al conductorului era imersat într-un tub de sticlă închis ermetic, plin pe jumătate cu acid diluat. Dacă o persoană atingea tubul respectiv cu mîna, avînd și o altă persoană în apropiere, la punctele de proiecție pe suprafața corpului a centrilor nervoși se producea o radiație care se putea înregistra pe film.

Dr. Hippolyte Baraduc a utilizat o tehnică diferită, care consta în așezarea unei mîini pe o placă fotografică, urmată de expunerea într-un cîmp electrostatic. Fotografiile rezultate au arătat fenomene luminoase cum ar fi halouri, globuri minuscule și linii radiind din anumite puncte. Și în fotografiile realizate de savantul francez apare același fenomen, interesant și intrigant, al atragerii sau respingerii, în funcție de afinitățile personale existente între participanții la experiment.

O vreme, foarte interesantele cercetări care se efectuau asupra manifestărilor electrice din organismele vii au fost puse pe o pistă greșită de farsa unui fotograf francez, pe nume Yvon. Acesta a fotografiat o mînă aparținînd unui om viu, și o mînă luată de la un cadavru. Aceasta din urmă, după cum era și de așteptat, nu a prezentat obișnuitele emisiuni luminoase, ceea ce părea să confirme ipoteza originii biologice a acestora.

Dar Yvon a avut ideea de a încălzi mîna lipsită de viață pînă la temperatura obișnuită a corpului, și a fost surprins să constate că în această situație fenomenele luminoase sînt aproape identice cu cele create de organul viu. După cum am afirmat, această constatare a avut darul de a promova o falsă idee asupra rezultatelor obținute prin electrofotografie, întrucît după experiențele respective majoritatea savanților le considerau simple manifestări ale căldurii existente în corpurile vii.

Pe de altă parte, această greșeală a avut și un rol pozitiv, căci a trezit interesul pentru studierea prin electrofotografie a materiei inanimate. La începutul secolului, un reputat chimist englez, W. J. Russel, semnalează faptul — pe care-l apreciază drept ciudat — că bucăți de lemn, piele sau hîrtie, așezate pe o placă fotografică, în absența completă a electricității, lasă în materialul fotosensibil o amprentă clară și ordonată, unele amprente părînd chiar a fi fotografii ale obiectelor respective. Mai mult chiar, Russel a constatat că nici măcar nu este necesar contactul direct între obiect și placa fotografică, o bucată de lemn suspendată deasupra plăcii lăsînd o amprentă la fel de clară.

Cercetările savantului englez au limitat considerabil elanul celor care mizau totul pe radiația termică. Tot el a făcut experiențe cu bucăți de lemn încălzite la 120°C, care au lăsat o amprentă absolut similară cu cea lăsată de o bucată de lemn fotografiată la temperatura camerei. Un alt fapt interesant semnalat de către Russel este că un strat de mică în grosime de un milimetru împiedică impresionarea plăcii fotografice, ceea ce îl duce la concluzia că radiația fotografiată nu este de natura radioactivității naturale.

Cercetări cu adevărat fundamentale în această problemă s-au făcut însă de-abia începînd cu deceniul cinci al actualului secol. Cel care a descris definitiv drumul electrofotografiei spre domeniul de interes al științei a fost un inginer sovietic din Georgia, pe nume Semion Kirlian. Totul a fost și o întîmplare fericită, petrecută în anul 1939, cînd Kirlian observă, la spitalul unde lucra, o mașină diatermică care emitea scîntei. Pe loc, inginerului i-a venit ideea de a încerca să-și fotografieze mîna cu ajutorul scînteilor respective, inserînd film fotografic între acestea și mînă.

Rezultatul a fost o fotografie ciudată, cu linii în formă de zig-zag și halouri luminoase în jurul degetelor. Poate tocmai ciudățenia fotografiei a determinat pe Kirlian și pe soția sa, Valentina Kirlian, să-și dedice întreaga activitate studierii acestui interesant efect luminos, care acum îi poartă numele. Treptat, s-a cristalizat un mod complet de lucru, utilizînd curenți de înaltă frecvență, rezultatele putînd fi înregistrate nu numai pe material fotografic, dar și pe film color sau videocasetă.

Desfășurate o vreme pe făgașul deschis de către Kirlian, cercetările românești de electrofotografie au găsit curînd o cale originală, utilizînd curenți de frecvență scăzută, dar de înaltă tensiune, sub formă de impulsuri cu durata de ordinul zecimilor de secundă. Mai trebuie subliniat faptul că de această dată se utilizează curenți continui, cu polaritate și parametri foarte bine precizați, lucru foarte necesar dacă avem în vedere experiența, care ne arată că manifestările electronografice sînt diferite, în funcție de polaritatea sursei de curent utilizate.

În felul acesta, rezultă imagini diferite de „clasicele" imagini Kirlian. Astfel, în cazul aplicării unei surse de polaritate pozitivă, imaginile obținute prezintă numeroase arborizații lu-

minoase excentrice față de conturul organului studiat, creîndu-se în felul acesta premisele cercetărilor asupra fenomenelor electrice asociate biocîmpului. Dacă se aplică o tensiune cu polaritate negativă, apar arborizații care converg spre suprafața organismului, punînd în evidență numeroase detalii de interior.

Toate aceste fenomene au loc în mediul de imediată apropiere a organismului, pentru care cea mai fericită denumire este de „mediu bioelectric proximal" (I. Mamulaș, 1981). Fără îndoială, acest mediu are o serie de însușiri particulare, rezultate din interacțiunile specifice organism-mediu, și are o dublă determinare calitativă: substanțială și de cîmp.

Determinarea substanțială este realizată de microvaporii de apă, ionii și moleculele gazoase organice și anorganice, rezultate în bună parte ca urmare a activității metabolice. În cazul componentei de cîmp a mediului bioelectric proximal, problemele trebuiesc tratate cu mai multă atenție.

Astfel, este un fapt cunoscut că în organismele vii, și în special la nivel celular, se desfășoară fenomene energetice asociate cu fenomene electrice de intensități foarte scăzute. Aceste fenomene electrice dau naștere unor cîmpuri electromagnetice care, prin interacțiunea și intersecția lor, dau naștere unui cîmp unic, specific în exclusivitate organismului viu, și ale cărui însușiri fundamentale scapă încă puterii noastre de observație.

Acest cîmp biologic unic, sau biocîmp, are o intensitate maximă în imediata apropiere a organismului, exercitînd o influență considerabilă asupra componentelor substanțiale aflate în zona respectivă, prin ordonare și structurare.

Dacă avem acum posibilitatea de a studia în amănunțime fenomenele care se petrec în mediul bioelectric proximal, semiologia acestui domeniu de cercetare însă nu ne permite schițarea unor concluzii definitive asupra naturii biocîmpului, componentă esențială a structurii materiale care caracterizează existența organismelor vii.

Pentru a ilustra considerabilele dificultăți înregistrate, este suficient să amintim rezultatele surprinzătoare ale cercetărilor efectuate asupra comunicării la distanță prin intermediul biocîmpului.

Astfel, plecînd de la premisa existenței biocîmpului ca formă radiantă a materiei, s-a presupus că modificările în starea biocîmpului unui organism viu se pot propaga la distanță, inducînd, printr-un fenomen specific de rezonanță, modificări de aceeași natură în biocîmpul unui alt organism, avînd în ultima instanță chiar influență asupra structurii substanțiale a acestuia.

Faptul a fost pe deplin dovedit cu ajutorul experiențelor efectuate asupra a două culturi similare de bacterii, situate în vase complet separate. Dacă vasele respective erau din cuarț, se putea constata că orice modificare accidentală petrecută într-una din culturi era prompt resimțită de cultura omologă. Astfel, dacă una din culturile bacteriene era intoxicată cu un agent nociv (mai întotdeauna, de natură chimică), în cultura „sănătoasă" se puteau observa aceleași simptome de intoxicare ca și la cultura sacrificată.

Faptul în sine nu este de natură a ne mira, căci am presupus de la bun început că biocîmpul poate fi utilizat pentru comunicare la distanță, în condițiile în care între presupusul emițător al informației și presupusul receptor nu este posibilă comunicarea de altă natură, în primul rînd prin intermediul unor agenți chimici. Dar este ciudat faptul că biocîmpul, a cărui propagare s-a dovedit că nu poate fi oprită nici de blindaje de plumb, nici de cîmpurile electromagnetice, a devenit neputincios în fața unui simplu strat de sticlă — care, plasat între culturile de bacterii, a exclus posibilitatea comunicării.

Singura concluzie care se putea impune presupune că această comunicare la distanță prin intermediul biocîmpului se realizează pe o lungime de undă care depășește pragul ultravioletelor, care știm cu certitudine că sînt reflectate de către sticlă. Pe de altă parte, această singură concluzie este departe de a ne oferi lămuriri complete asupra naturii biocîmpului.

Informații foarte prețioase putem afla din cercetările efectuate de către Dr. Marioara Godeanu asupra plantelor. Utilizîndu-se electronografia, s-a studiat evoluția biocîmpului plantei în diferite condiții de stres. Astfel, în cazul intoxicării plantei cu o soluție de clorură de mercur, imaginile electronografice ale plantei, luate la interval de 2, 5, 7 și 15 minute, au arătat o diminuare progresivă a fenomenelor bioelectroluminiscente din mediul proximal. De asemenea, s-a constatat și o evidentă modificare a morfologiei imaginilor realizate, acestea devenind difuze și prezentînd discontinuități odată cu majorarea intervalului de timp scurs de la intoxicare. În același timp, s-a confirmat cu strălucire posibilitatea transmiterii de informații la distanță prin intermediul biocîmpului, căci s-au putut evidenția reacții absolut similare la un grup de plante

nestresate și plasate la cîțiva metri de plantele supuse experienței.

De asemenea, Dr. Marioara Godeanu și colaboratorii au efectuat studii electronografice asupra plantelor stresate mecanic (prin amputare). Rezultatele au fost și de această dată spectaculoase, constatîndu-se în momentele imediat următoare o puternică intensificare a bioluminiscenței plantei, intensificare pe care o fire mai poetică ar putea-o numi „strigătul plantei rănite". De data aceasta, exprimarea poetică nu ar fi departe de adevărul științific, mai ales că acest „strigăt" este cu promptitudine auzit de toate plantele aflate în apropiere.

Faptul cel mai ieșit din comun în cazul studierii prin electronografie a plantelor amputate este persistența biocîmpului în zona din care substanța a fost înlăturată prin amputare! Numai atît, și este suficient pentru a zdruncina încrederea în actualele noastre cunoștințe despre materia vie. Căci, dacă pentru multe spirite este greu să accepte ideea existenței unui cîmp bioenergetic, cu atît mai greu este de digerat ideea că acesta ar putea exista și în lipsa suportului substanțial. Putem oare, în aceste condiții, să afirmăm că biocîmpul este numai forma radiantă de manifestare a structurii ponderale a organismelor vii?

Cercetările efectuate de Ioan Mamulaș prin intermediul convertografiei vin să arunce lumină în inima acestui ghem de probleme. Avînd un grad de finețe în înregistrări mai ridicat decît electronografia, convertografia a pus în evidență efecte de amputație în situații din cele mai variate. Astfel, s-a arătat că efectul de amputație se datorește unor structuri mobile emise prin zonele secționate, și a căror distribuție spațială se face în strînsă concordanță cu aspectul inițial al biocîmpului, fără a depăși limitele inițiale ale corpului respectiv.

Dar se pare că plantele nu numai că strigă, cînd sînt agresate, dar au și posibilitatea de a suferi în comun. Imaginile realizate prin convertografie au arătat că, în cazul alăturării a două frunze amputate, efectele de amputație se deformează, parcă atrase unul de celălalt, și sfîrșesc prin a se uni. Rezultatul cel mai spectaculos îl oferă alăturarea a patru frunze amputate, unde convergența efectelor de amputație duce la apariția unui cîmp comun de o remarcabilă intensitate.

În lumina celor de mai sus, trebuie să abordăm cu atenție problema biocîmpului, care nu mai trebuie tratat ca un efect marginal (în toate sensurile cuvîntului) al proceselor biologice din organismele vii. Dimpotrivă, el trebuie considerat a fi un

aspect cel puțin la fel de important ca și aspectul ponderal, biocîmpul asumîndu-și rolul de materie energetică fundamentală a organismului, aflată permanent în schimbare, ca urmare a interacțiunii cu substanța biologică activă, cu mediul înconjurător și cu alte biocîmpuri. Fără îndoială, rolul generator revine substanței, în lipsa căreia și biocîmpul este inexistent (în felul acesta, răpim unor spirite încîlcite posibilitatea speculațiilor asupra existenței sufletului, ca formă independentă de suportul material).

Cu promisiunea de a reveni la fascinanta problemă a biocîmpului, piatră de hotar a biologiei moderne, să reținem o serie de concluzii foarte importante, care vor călăuzi pașii ce-i vom face în continuare:

1). — Dintre elementele chimice cunoscute nouă, carbonul corespunde cel mai bine tendinței materiei vii de organizare și de conservare a energiei și informației (inversînd datele problemei, am putea chiar afirma că viața este o formă specială de existență a compușilor macromoleculari ai carbonului).

2). — Deplina coordonare a însușirilor chimice și fizice ale apei cu cele ale carbonului (coordonare pe care, în virtutea largii răspîndiri a celor două substanțe în Univers, nu o putem numi întîmplătoare) atribuie apei un rol foarte important în sistemele vii, prezența ei fiind indispensabilă vieții.

3). — Fenomen de o extremă complexitate și finețe, viața necesită condiții cu totul aparte pentru a apărea și a se dezvolta. De aceea, va trebui să evităm greșeala de a confunda remarcabila capacitate de adaptare la mediu care caracterizează sistemele vii cu o presupusă posibilitate de apariție a vieții în condiții deosebit de grele.

O concluzie a cititorului ar putea fi aceea că am optat cu tărie pentru a acorda carbonului titlul exclusiv de suport al vieții. Într-un fel așa este, căci actualele noastre cunoștințe despre Univers nu au evidențiat încă vreun element chimic mai apt de-a susține complexul fenomen al vieții decît prodigiosul carbon. Și, dacă rațiunea noastră are cîteodată fericita capacitate de a lua o decizie corectă în fața a două sau trei alternative, nu putem refuza acest drept vieții, care nu-și putea alege un suport mai adecvat.

Odată această profesiune de credință făcută publică, să revenim la amplele informații pe care astronomia contemporană ni le pune la dispoziție din vastul său bagaj de cunoștințe, și să pășim pe urmele celor care au căutat viața în imediata noastră vecinătate cosmică.

VIAŢA ÎN SISTEMUL SOLAR

„Cînd pregătită-i de altfel materie multă şi locul
Este prielnic, iar cauză, stări nu-s să fie-mpotrivă,
Trebuie viaţă s-apară şi-un corp să ajungă în floare.
Şi cînd atomii se află-n atîta mulţime că pururi
Vieţi după vieţi n-ar putea să încheie vreodat-al lor
număr
Şi cînd aceeaşi rămîne puterea şi firea ce face
Să se adune atomii tot într-un chip şi aiurea
Cum şi aici adunaţi-s să mărturisești e nevoie
Că şi pe alte tărîmuri din lume sînt alte pămînturi
Cu seminţii felurite, cu soiuri mulţime de fiare".

(Lucretius, *De rerum natura*, Cartea a II-a)

Cu greu am putea găsi cuvinte prin care credinţa în pluralitatea lumilor în Univers să fie mai convingător exprimată. În urmă cu peste două milenii, poetul latin a egalat în cuprindere cosmogonia modernă, promovînd imaginea unui Univers infinit, populat nu cu zei incerţi, ci cu lumi perfect umane în determinarea lor materială.

O imagine de care erau departe nu numai contemporanii lui Lucretius, ci de care sînt străini şi o bună parte din contemporanii noştri. Căci în imensul tablou sferic al boltei cereşti, privirea omenească, neasistată de instrumente speciale, nu poate pune ordine şi nu poate stabili ierarhii de spaţiu, distanţă sau durată. Din această cauză, cunoaşterea structurii sistemului solar, care a devenit deja o valoare ştiinţifică de circulaţie curentă, este o adevărată epopee a spiritului uman pornit la asaltul enigmelor Universului.

Totul a început atunci cînd, studiind mai cu atenţie cerul, observatorul pe care datoria sacerdotală îl ţintuia în vîrful unei piramide, pe terasa unui templu sau la ferestrele vreunui observator astronomic, a remarcat că, pe lîngă periodicitatea uşor sesizabilă în evoluţia celestă a lumii, mai există şi alte corpuri cereşti care par a se mişca după legi diferite decît corpurile cereşti înconjurătoare. Defilînd prin constelaţii, purtătoare ale unei tainice lumini, acestea erau planetele. Spre deosebire de constelaţii, care păreau a se perinda prin faţa Terrei după un ciclu cu durata de un an, planetele erau posesoarele unor mişcări mai ample, cu periodicităţi diferite, fapt la fel de lesne observabil.

În felul acesta, s-a născut ideea că aceste corpuri cereşti sînt mai aproape de planeta noastră decît cele care participă la realizarea configuraţiei constelaţiilor, putînd chiar face parte din aceeaşi familie cosmică cu Terra. Ideea a fost deosebit de fertilă, căci ea a creat premisele înţelegerii fenomenelor dinamice care se desfăşoară în sistemul Solar.

În altă ordine de idei, apartenenţa Terrei la o astfel de familie cosmică a descătuşat fanteziile creatoare a multora dintre predecesorii noştri. Fantezia pe care, desigur, nu o putem blama dacă avem în vedere nivelul redus al cunoştinţelor astronomice ale vremii, la fel cum nu putem încrimina antropocentrismul unor persoane care toată viaţa au fost obişnuite cu ideea că, oriunde ar merge pe această planetă, ar întîlni fiinţe asemănătoare, deosebite doar prin amănunte cum ar fi culoarea pielii sau limbajul utilizat.

Pentru încîntătorii noştri antemergători, lumile erau foarte simple. În virtutea antropocentrismului amintit, ei populau fără reţinere planetele sistemului solar cu fiinţe identice oamenilor, organizate în structuri sociale întrutotul asemănătoare celor existente în civilizaţia terestră.

Astfel marele astronom olandez Christiaan Huygens (1629—1695) afirmă că locuitorii altor planete sînt asemănători locuitorilor Terrei. Ideea în sine poate fi corectă, căci ea promovează punctul de vedere al unităţii materiale a Universului, al dezvoltării vieţii pe baza acelorași structuri materiale şi legi fizico-chimice. Dar Huygens scapă din vedere o lecţie pe care fauna terestră i-o punea la dispoziţie, şi anume variaţia formelor de prezentare a vieţii în condiţii de mediu deosebite.

În Franţa, scriitorul şi filozoful Bernard Le Bovier de Fontenelle (1657—1757) se lasă şi el atras de această pasionantă problemă, şi reuneşte consideraţiile pe care le face pe marginea ei sub titlul „Entretiens sur la pluralité des mondes" (Convorbire despre pluralitatea lumilor). Bun cunoscător al ştiinţei astronomice a veacului său, Fontenelle a popularizat-o cu deosebit succes printre cititorii săi, lăsînd totodată deschisă discuţia asupra existenţei vieţii şi a fiinţelor superioare pe planetele sistemului solar.

Cel mai mare poet dintre astronomi, francezul Camille Flammarion (1884—1925) a acordat, după cum era şi de aşteptat, un deosebit interes pentru problema existenţei vieţii pe alte planete. Una din cele mai frumoase lucrări ale sale „La

pluralité des mondes habités" („Pluralitatea lumilor locuite"), fără a renunța la datele concrete ale astronomiei, este un adevărat poem, plin de optimism și răspîndind certitudinea că Universul este populat din abundență cu lumi planetare care găzduiesc viața și civilizații înfloritoare.

Iată ce afirma Flammarion: „Omenirile cerului nu mai sînt un mit. De pe acum, telescoapele ne pun în legătură cu locurile lor de baștină". Cu toată imensa sa experiență de astronom, Flammarion a studiat fără folos planetele sistemului solar. Singurele „semne" ale unei civilizații care să fi înflorit pe altă planetă erau enigmaticele canale marțiene descoperite de către Schiaparelli, care zăceau însă mute pe suprafața planetei roșii.

În perioada cînd încă nu se dovedise că mult observatele canale marțiene sînt o iluzie optică datorată unor instrumente de observație prea puțin dezvoltate, savantul suedez Svante Arrhenius (1859—1927) își exprima convingerea că pe suprafața planetei Venus au putut fi întrunite condițiile necesare apariției și dezvoltării vieții. Lăsîndu-se indus în eroare de imensul strat de nori care învăluie Luceafărul, Arrhenius a presupus că pe suprafața venusiană există o umiditate crescută și mlaștini foarte întinse, în care s-a putut dezvolta o vegetație luxuriantă.

Astăzi putem evalua greșeala lui Svante Arrhenius, căci știm cu certitudine că pe suprafața planetei Venus, departe de umezeala presupusă de acesta, domnește un adevărat iad, cu presiuni de peste 90 atm și temperaturi de aproape 500°C (nivel la care existența apei în formă lichidă este cu desăvîrșire imposibilă).

În aceste condiții, ne putem întreba: să fie oare frumoasele aserțiuni făcute asupra existenței vieții în sistemul solar niște simple utopii? Se pare că da. Cu toate că o astfel de tranșare a problemei ne deschide în față trista perspectivă de a ne afla singuri în sistemul solar, să vedem ce informații ne oferă în materie știința contemporană.

Pornind de la structura sistemului solar, prezentată anterior în cuprinsul capitolului de față, și analizînd condițiile de mediu existente la nivelul suprafețelor planetare, vom înțelege mai bine de ce Terra pare a fi singura planetă propice vieții. Este inutil să mai precizăm că suprafața Soarelui nu poate găzdui viață — o astfel de idee poate fi valorificată numai într-o lucrare literară comico-fantastică, cum este „Histoire

comique des Etats et Empires du Soleil" („Istoria comică a statelor și imperiilor din Soare") de Cyrano de Bergerac.

În rîndul planetelor, Mercur se află foarte aproape de Soare, acuzînd din plin influența acestuia. Chiar dacă pe suprafața planetei temperatura variază lent (datorită rotației axiale încete), valorile extreme sînt de +350°C (în zonele insolate) și —170°C (în emisfera neluminată). Dacă luăm în considerare și faptul că micuța planetă din apropierea Soarelui nu poate să rețină o atmosferă proprie, concluzia este că existența vieții pe Mercur este cu desăvîrșire imposibilă.

Planeta Venus merită o atenție mai deosebită, chiar și pentru interesul ce i l-au arătat cei care i-au atribuit calitatea de leagăn al vieții. Interesul nu este nejustificat, căci Venus poate fi numită „sora geamănă" a Terrei, avînd dimensiunile și masa apropiate de cele terestre. Dar asemănările se opresc aici, căci planeta Venus este un adevărat iad fierbinte. Atmosfera sa, alcătuită în proporție de 95% din bioxid de carbon, dă naștere unui puternic efect de seră, care duce la ridicarea temperaturii pînă la 500°C. În același timp, la suprafața planetei domnește o presiune de peste 90 atmosfere.

În aceste condiții, existența apei în stare lichidă este cu desăvîrșire imposibilă. Chiar dacă vaporii de apă sînt prezenți în atmosferă în proporție de 1,6%, ei nu se pot condensa pe suprafața planetei. De aceea, apariția compușilor macromoleculari ai carbonului pare cu desăvîrșire imposibilă; cu atît mai puțin probabilă fiind existența vieții în forme autonome, superior dezvoltate.

Printre planetele telurice, Marte se află la polul opus din punctul de vedere al condițiilor de mediu. Putem spune că aceste condiții ne sînt foarte bine cunoscute, atît ca urmare a observațiilor astronomice directe, efectuate mai ales în timpul marilor opoziții (cînd Marte se apropie pînă la 55 milioane km de Terra), cît și prin intermediul sondelor automate care au transmis bogate informații de la fața locului. Două elemente sînt de maximă importanță în analiza pe care o întreprindem: lipsa apei și puternica rarefiere a atmosferei marțiene.

Lipsa apei pe planeta Marte este mai degrabă de natură relativă, căci întreaga cantitate de apă existentă în atmosferă și la suprafața planetei nu ocupă un volum mai mare de 5 km^3 (în timp ce apa existentă pe Terra are un volum de circa 1 miliard km^3). În aceste condiții, apa existentă în atmosferă, sub formă de vapori, formează în timpul iernii marțiene nori

foarte subțiri, sau se condensează în calotele polare, a căror grosime nu depășește o fracțiune de milimetru.

Atmosfera marțiană prezintă, la rîndul său, o serie de particularități. Din compoziția sa lipsesc cu desăvîrșire azotul, hidrogenul și oxigenul molecular, argonul fiind în schimb prezent în proporție de 35%. În altă ordine de idei, atmosfera este foarte rarefiată, masa ei reprezentînd mai puțin de 1% din masa atmosferei terestre. Ca urmare a acestui fapt, și presiunea atmosferică la suprafața planetei este de 0,01 atmosfere.

Prin rarefiata atmosferă marțiană, radiațiile ultraviolete pot străbate fără nici o dificultate, putînd distruge orice formă de viață care nu ar avea posibilitatea de a se retrage într-un loc ferit de radiații. Dar ne putem întreba: există oare viață pe Marte? În actualele condiții de mediu, biogeneza pare un fenomen imposibil, deci singura posibilitate ar fi descoperirea unor forme simple de viețuitoare, apărute în condiții mai „blînde", și acum adaptate la actualele condiții vitrege de mediu.

Situația aceasta nu pare imposibilă, căci ne putem imagina o perioadă cînd pe planeta roșie existau condiții care să permită biogeneza și evoluția materiei vii. Pe de altă parte, experiențe efectuate cu viețuitoare terestre au arătat că se poate supraviețui în dificilele condiții marțiene, posibilitatea de adaptare fiind invers proporțională cu treapta ocupată în piramida evoluției. Tocmai de aceea, existența pe planeta Marte a unor ființe superioare, înzestrate chiar cu rațiune, pare cu desăvîrșire imposibilă.

Dacă vom ajunge să demonstrăm existența pe Marte a unor organisme, oricît de simple și de neevoluate ar fi ele, știința noastră va repurta un mare succes. Căci, înainte de a străbate cărările Galaxiei pentru a contacta alte civilizații, vom avea astfel posibilitatea de a demonstra că viața este un fenomen universal, care apare peste tot unde sînt create condiții propice.

Dacă în cazul planetei Marte opiniile rămîn încă împărțite, existînd încă oameni de știință care cred în posibilitatea existenței vieții pe planetă, în ceea ce privește planetele de tip jovian lumea științifică este unanimă în a considera că în atmosfere de heliu, metan, hidrogen și amoniac la temperaturi care se apropie de —180°C viața nu are nici o șansă de reușită. Reușită care pare și mai îndoielnică pe Pluto, planetă telurică aflată la periferia sistemului solar.

Singura legătură pe care Pluto o are cu Soarele este cea de natură gravitațională. În rest, pe cerul planetei Soarele apare ca o stea ceva mai strălucitoare, care dă o căldură de-a dreptul neglijabilă. Cu un mărunt nucleu de rocă inundat de ghețuri veșnice, Pluto se află nu numai la periferia sistemului solar, dar și la periferia interesului nostru.

Să ne întoarcem acum la cea de-a treia planetă a sistemului nostru solar, planetă pe care viața a apărut cu mult timp în urmă, și unde formele în care aceasta se prezintă alcătuiesc un tablou de o imensă diversitate. Cu greu poți găsi pe Terra noastră natală un colțișor care să nu freamăte de frenezia vieții — și tabloul vieții terestre apare cu atît mai bogat cu cît este privit în constrast cu imaginile monotone pe care le prezintă restul planetelor din familia solară.

Rezultă că Terra ar fi o planetă privilegiată, că orbita sa se află la distanță optimă față de Soare, distanță care să permită apariția materiei vii și dezvoltarea formelor superioare de viață. Urmarea situării la distanță optimă este constanța fluxului de energie pe care planeta îl primește de la Soare, ceea ce asigură variații mici ale temperaturilor locale în funcție de anotimpuri. Față de temperatura medie anuală de —25°C, care se înregistrează pe Marte, pe Terra aceeași medie este de +10—15°C, fapt cu implicații deosebite în metabolismul apei în organismele vii.

Concluzia care se impune este că Terra se află la o distanță față de Soare care să asigure un flux optim de energie radiantă, suficient pentru a păstra în general temperatura apei în limitele fatidice 0 și 100°C și a permite circulația liberă a acesteia, și în același timp nu atît de intens încît să transforme întreaga planetă într-un deșert încins. Efectiv, această distanță o putem exprima ca pe un interval, ale cărui limite extreme sînt, pe de-o parte, distanța minimă dincolo de care apa nu mai poate exista în formă lichidă și, pe de altă parte, distanța maximă pînă la care apa mai poate exista în aceeași formă fără a îngheța.

Întrucît aceste limite rămîn aceleași, indiferent de direcția pe care sînt măsurate, radiația oricărei stele fiind uniform distribuită în spațiu, ele determină în jurul stelei un sector sferic în interiorul căruia viața se poate dezvolta, și pe care din acest motiv o numim ecosferă.

După cum arăta în anul 1960 savantul american Su-Shu Huang, ecosfera este un concept complex, determinat în bună măsură de caracteristicile stelei centrale. Astfel, în cazul unei

stele masive, care aruncă în spațiu adevărate uragane de energie, ecosfera este de dimensiuni vaste, și situată la mare distanță de astru. În jurul unei stele de mici dimensiuni, ecosfera este foarte îngustă și situată mult mai aproape de centru decît în cazul precedent.

Reținînd că ecosfera este o noțiune strîns legată de intensitatea energiei radiante a astrului central dintr-un sistem planetar, vom abandona pentru moment considerațiile teoretice în favoarea unei incursiuni în realitățile, binecunoscute nouă, ale sistemului nostru solar.

După cum este cunoscut, mișcarea planetelor în jurul Soarelui se produce pe orbite eliptice, aproape circulare, înscrise cu remarcabilă precizie în planul ecuatorial al astrului zilei. În această situație, putem reduce ecosfera la un sector circular determinat de intersecția planului ecuatorial al Soarelui cu ecosfera propriu-zisă, sector care conține și orbita Terrei.

Fără a fi clar definită noțional, existența ecosferei a fost intuită, uneori cu măiestrie, de unii dintre înaintașii noștri. Din păcate pentru bogata lor fantezie, s-a constatat că limitele extreme ale ecosferei nu cuprind planetele Venus și Marte, despre care la vremea respectivă se presupunea că ar fi favorabile vieții. S-a constatat fără putință de tăgadă că cele două tovarășe ale Terrei sînt, cel puțin în condițiile de față, cu totul improprii vieții.

Excluzînd din ecosferă orbitele planetelor Venus și Marte, ajungem la concluzia, verificată prin calcul, că în sistemul nostru solar ecosfera își are limitele la 109 milioane km (limita inferioară) și 186 milioane km (limita superioară). Dar și această concluzie ascunde o capcană, născută din evaluarea metafizică a datelor problemei. Căci, să nu uităm, condițiile de mediu terestre nu au fost întotdeauna la parametrii actuali, ele fiind rezultatul unor evoluții complexe, cu o dinamică care de multe ori a îmbrăcat aspecte dramatice.

Să trecem, deci, în revistă cîteva momente mai semnificative din trecutul planetei noastre. Le debut, punctul de echilibru între radiația solară și căldura disipată de Terra în spațiu se situa la —7,2°C. În această perioadă, atmosfera planetei era alcătuită în bună parte din vapori de apă (84,4%) și bioxid de carbon (14,3%), restul constituindu-l metanul, azotul, amoniacul și argonul.

Particulele de apă din atmosferă au dat naștere unui strat gros de formațiuni cu aspect de nori, care au înconjurat întreaga planetă, stimulînd efectul de seră. Permeabilă la ra-

diațiile din spectrul vizibil și ultraviolet sosite din spațiul cosmic, dar impermeabile la radiațiile infraroșii pe care suprafața planetei le emitea, atmosfera primitivă a înmagazinat căldură. Ca urmare, la numai 150 milioane de ani de la începutul evoluției independente, temperatura Terrei urcă peste 0°C, fapt care, împreună cu creșterea presiunii atmosferice, vor determina în perspectivă condensarea apei pe suprafața planetei. Vor apare astfel primele întinderi de apă, viitoare matrice ale vieții terestre.

Odată demarat, efectul de seră cunoaște o evoluție ascendentă. Atmosfera se încălzește treptat, fapt care stimulează reactivitatea chimică. O bună parte din cantitatea de dioxid de carbon atmosferic s-a transformat în carbonați, sau a fost dizolvată în apă (e chiar posibil ca dizolvarea să fie o fază preliminară a formării carbonaților).

În acest moment, mai exact atunci cînd vîrsta Terrei a ajuns la 800 milioane ani, a intervenit prima criză majoră în evoluția planetei noastre. Apa nu începuse încă să se condenseze pe suprafața planetei, iar efectul de seră antrena creșterea continuă a temperaturii atmosferice. În condițiile unui flux constant de energie solară, în atmosfera terestă se înmagazinau cantități sporite de energie termică. Dacă Terra s-ar fi aflat mai aproape de Soare cu numai 8 milioane km, balanța energetică planetară ar fi dus la creșterea galopantă a temperaturii atmosferei pînă la temperaturi aflate dincolo de punctul de vaporizare (100°C).

În aceste condiții, apa nu s-ar fi putut condensa pe suprafața planetei, iar Terra ar fi rămas cu o atmosferă alcătuită în principal din dioxid de carbon. O dată cu creșterea temperaturii, ar fi crescut și presiunea atmosferică, iar în masa atmosferei ar fi apărut un strat gros de nori din particule suspendate. Iar pe suprafața planetei n-ar fi apărut niciodată viața.

Deci, numai 8 milioane de km au protejat Terra de la a împărtăși soarta planetei Venus.

În evitarea acestei sorți, un foarte util sistem de reglare s-au dovedit a fi norii. Odată apărute mari cantități de apă lichidă, apare și procesul de evaporare și condensare ciclică a apei sub influența variației factorilor de mediu. Dacă temperatura creștea, evaporarea apei dădea naștere unui număr sporit de nori, a căror culoare albă creștea albedoul planetei, reflectînd radiația solară. În cazul scăderii temperaturii, numă-

rul norilor ar fi scăzut, permiţînd pătrunderea radiaţiilor solare şi intensificînd efectul de seră.

După depăşirea acestui moment de criză, Terra a putut juca cu succes rolul de leagăn al vieţii. Primele vieţuitoare terestre, măruntele bacterii şi alge monocelulare, au îmbogăţit atmosfera cu oxigen, produs de dezasimilaţie al metabolismului lor. Oxigenul a „atacat" imediat hidrocarburile gazoase care populau din belşug atmosfera epocii respective. Cînd Terra îşi termina prima etapă a copilăriei (avînd vîrsta de „numai" 1,7 miliarde ani), atmosfera care înconjura planeta noastră a „explodat", fapt care a determinat scăderea bruscă a temperaturii, precum şi diminuarea efectului de seră.

Presiunea atmosferică a scăzut şi ea în mod corespunzător, stabilizîndu-se la 0,6 atmosfere. Continuă, într-un ritm mai lent, oxidarea hidrocarburilor atmosferice, proces încheiat atunci cînd Terra atinsese vîrsta de 2,45 miliarde ani. Atmosfera începe să capete compoziţia actuală (azot preponderent şi oxigen bine reprezentat), iar temperatura cunoaşte, timp de peste 1 miliard de ani, o scădere înceată dar continuă.

Practic, la vîrsta de 2,8 miliarde ani, Terra a trecut la o distanţă infimă de regatul îngheţului veşnic. Temperatura atmosferei scăzuse pînă la 60°C şi, cu toată reducerea cu 30% a nebulozităţii atmosferice, efectul de seră nu putea contrabalansa în întregime efectele acestei drastice scăderi. În acele momente, gheţarii acoperiseră peste 10% din suprafaţa Terrei, şi scăderea temperaturii (desigur este vorba de temperatura medie anuală) cu încă 1°C ar fi dus la intrarea ei în epoca îngheţului veşnic.

Acest lucru s-ar fi petrecut, probabil, dacă Terra s-ar fi aflat cu numai 2 milioane km mai departe de Soare. Planeta Marte, care prezintă în plus şi dezavantajul unei mase mai mici decît Terra, nu a putut evita o astfel de soartă. Chiar dacă pe Marte a existat apă lichidă şi a putut apare viaţa, aceasta nu a evoluat niciodată în forme superioare de organizare. Iar acum, după miliarde de ani de îngheţ sever, ne putem întreba dacă avem măcar o şansă de a găsi pe Marte vreo urmă, cît de mică, de viaţă.

În acest context, putem trage concluzia că situaţii extreme din trecutul planetei noastre au determinat limitări foarte severe în capacitatea acesteia de-a găzdui viaţa. Efectiv, abaterea traiectoriei într-un interval de numai 10 milioane de km (distanţă insignifiantă la scară cosmică) putea antrena apariţia pe Terra a unor condiţii potrivnice vieţii.

Pentru aceasta, departe de a situa limitele ecosferei solare în apropierea planetelor Venus şi Marte, îi vom restrînge în mod considerabil aria, lăsînd-o la dimensiunile unui inel circular cu lăţimea de 10 milioane km, situat la distanţa medie de 147 milioane km de Soare.

In interiorul acestui inel, între fierbintea lume venusiană şi glaciala aparenţă marţiană, gravitează o planetă pe care a înflorit un mărunt, dar încîntător, rai cosmic. Este planeta noastră — T E R R A.

VIAȚA ȘI TERRA

TERRA — PLANETA NOROCOASĂ

Se poate oare vorbi despre noroc? Fără îndoială că nu. După cum am văzut, în sistemul nostru solar Terra este singura planetă care oferă vieții condiții propice de apariție și dezvoltare.

Dimpotrivă, deținem destule date pentru a putea formula o legitate care nu necesită prea multă demonstrație: oriunde în Univers sînt întrunite condițiile favorabile vieții, aceasta nu va întîrzia să apară și să evolueze spre formele ei superioare de dezvoltare. Exemplul Terrei este concludent: cu toate că în trecutul ei au existat cel puțin două momente majore de criză, materia vie a reușit să-și păstreze identitatea, găsind resurse eficiente de adaptare.

Am putea chiar spune că Terra este o planetă nenorocoasă. Nenorocul este faptul că Soarele radiază o cantitate de energie care limitează existența ecosferei la un inel cu grosimea de 10 milioane km. Să presupunem că Soarele ar fi o stea mai caldă; în această situație, Terra ar rămîne în continuare propice vieții, atît doar că temperatura pe suprafața ei ar fi mai ridicată. Dar, în această situație, limitele ecosferei s-ar întinde pînă dincolo de planeta Marte, care în felul acesta ar prezenta condiții favorabile vieții.

Într-o situație opusă, și anume dacă Soarele ar fi mai rece, Terra ar rămîne în continuare în limitele ecosferei, avînd un climat simțitor mai ponderat, situație în care viața ar fi în continuare posibilă pe suprafața ei. Dar acum Venus ar fi planeta care ar intra între hotarele fertile ale ecosferei, pe suprafața sa efectul de seră diminuîndu-se simțitor, devenind astfel propice vieții.

Între spusele noastre de mai sus și stabilirea lățimii ecosferei la 10 milioane km pare să existe o contradicție. Contra-

dicția este numai aparentă, căci am văzut că limitele ecosferei în care își are orbita planeta noastră sînt determinate de două momente extreme din evoluția sa, în condițiile unei radiații solare constante. În condițiile funcționării uriașului reactor solar la alți parametri, poate întregul sistem de relații ar fi suferit modificări esențiale, de natură, după cum am presupus mai sus, a include în limitele ecosferei orbitele a două planete telurice din sistemul solar.

În altă ordine de idei, ipoteza nu pare hazardată dacă avem în vedere imensele resurse de adaptare pe care le deține materia vie. După cum afirmă Carl Sagan, renumitul astronom american, dacă pe Terra viața poate exista în medii foarte diferite, cum ar fi: soluții de acid sulfuric, petrol, medii saline concentrate, temperaturi foarte înalte sau foarte joase, atunci și pe o planetă cum este în ziua de azi Marte viața ar putea exista în forme măcar vegetative.

Pentru a proba această afirmație, prof. Samford Siegel (UCLA California — S.U.A.) a reprodus în incinte complet închise condițiile de mediu existente pe Marte, pe care le-a asemănat cu cele existente pe planeta noastră la înălțimea de 30 km de suprafață. După aceasta, a fost urmărită reacția diferitelor viețuitoare la aceste condiții, după cum urmează:

— șobolanii și păsările au murit aproape imediat, sufocați de aerul foarte rarefiat;

— broaștele țestoase (Testudo graeca) au rezistat aproape 6 ore;

— broasca comună (Rana Esculenta) a decedat după o rezistență de peste 25 ore, și în primul rînd datorită deshidratării severe a tegumentelor;

— păianjenii, insectele și viermii s-au adaptat de minune, rezistînd și păstrîndu-și vitalitatea săptămîni în șir;

— în lumea vegetalelor, evoluțiile au fost mai puțin dramatice, fasolea și orzul reușind să se adapteze, cu ușoare modificări în fotosinteză;

— ciupercile, algele și mușchii s-au dezvoltat la fel de bine ca în mediul lor de baștină;

— bacteriile au reușit, însă, să uluiască pe toți participanții la experiențe: dezvoltarea lor s-a efectuat într-un ritm mult mai intens ca în condiții terestre!

În lumina celor arătate mai sus, putem afirma pe bună dreptate că Terra este o planetă nenorocoasă. Cu un strop de noroc, ea nu ar fi fost singurul leagăn al vieții în sistemul

nostru solar, ci ar fi avut în Venus sau Marte un tovarăș pe măsură.

Iar omenirea nu ar fi fost singura specie înzestrată cu rațiune din întregul sistem solar, avînd poate pe una din planetele vecine un echivalent din punctul de vedere al rațiunii. Cînd Schiaparelli a avut mirajul canalelor marțiene, el a crezut că vede rezultatele activității semenilor noștri de pe planeta Marte, și omenirea a crezut o vreme că pe planetele apropiate nouă a înflorit viața (ba chiar s-a temut de o invazie din partea civilizațiilor respective.

În secolul nostru mult mai tehnicizat și mai informat, toate acestea ne par încîntătoare utopii, și ne încearcă în ascuns regretul că, pe cărările perfect trasate ale sistemului solar, planeta noastră este singura care deține înalta cinste de a găzdui viața . . .

CORABIA ASTRALĂ

Rezultă clar din cele de mai sus că una din condițiile esențiale ale apariției și menținerii vieții pe planeta noastră a constituit-o stabilitatea parametrilor fizici și geometrici ai orbitei pe care aceasta o parcurge în jurul Soarelui.

Putem asemui planeta noastră cu o imensă navă cosmică, corabie astrală care poartă prin cosmos un mic, dar încîntător rai. Pe ea se află îmbarcate peste 500.000 de specii vegetale și peste 1.000.000 de specii animale, care trăiesc de milioane de ani într-o înțelegere încă netulburată. Din aceste specii, una singură, dar cu peste 4 miliarde de indivizi, a găsit drumul care duce spre nivelul superior de organizare: activitatea conștientă, rațională.

Să vedem, deci, care sînt parametrii orbitei circumsolare a planetei noastre, și să încercăm să evidențiem modul în care aceștia influențează, accidental sau continuu, viața terestră.

Din gama largă de mișcări pe care Terra le întreprinde în cursul voiajului său cosmic, observatorul obișnuit poate intui doar două: mișcarea de rotație (care se prezintă sub forma unei aparente mișcări a Soarelui în jurul planetei, pe direcția est-vest) și mișcarea de revoluție (ale cărei singure semne sînt variația înălțimii la care se ridică Soarele deasupra orizontului în diferite momente ale anului, precum și variația raportului zi/noapte).

Din fericire pentru integritatea conștiinței planetare și cosmice a omului, observarea sistematică a fenomenelor astronomice a completat în mod considerabil cunoștințele omenirii, astfel încît astăzi avem un tablou aproape complet asupra parametrilor orbitei terestre.

1). *Mișcarea de rotație.* Este singura mișcare proprie a globului terestru, rezultat al conservării energiei cinetice a nebuloasei din care a luat naștere sistemul nostru solar.

Fiindcă am utilizat expresia bine-cunoscută de „glob terestru", să menționăm că Terra este departe de a oferi imaginea unui glob perfect sferic. Dimpotrivă, ea se prezintă ca o figură de revoluție cordiformă, avînd forma unui elipsoid cardioidal (concavitatea axială la Polul Sud geografic, și convexitatea la Polul Nord). În același timp, Terra are și o convexitate elipsoidală la Ecuator, determinată de rotația în jurul propriei axe, și care în regiunea respectivă atinge viteza de 1.700 km/h.

Toate acestea sînt rezultatele observabile geodezic ale mișcării de rotație a planetei noastre. Dar mișcarea de rotație se află, practic, în interdependență cu toate evoluțiile înregistrate în straturile profunde sau superficiale ale planetei.

Astfel, mișcarea de rotație și, mai ales, variațiile vitezei de rotație, determină într-o măsură considerabilă orientarea regulată a deformărilor și dislocărilor scoarței terestre. Ea este cea care determină repartizarea maselor continentale în mișcările acestora, precum și evoluția întinderilor de apă. Fără o repartizare echilibrată a maselor continentale și a întinderilor de apă, geoidul terestru ar fi victima unor tensiuni interioare cauzatoare de imense confruntări de forțe telurice, care ar putea pînă la urmă duce la dezagregarea sa.

Pentru moment, cel puțin, un astfel de pericol nu există. Consultarea unui planiglob ne dă suficiente motive de liniște; chiar dacă apa acoperă 70,8% din suprafața planetei, repartiția uscatului conferă suficientă stabilitate planetei. Megastructurile geografice (continentele și oceanele) par a se echilibra reciproc, avînd toate forme triunghiulare care se complementează în fiecare emisferă. Dacă Polul Nord al planetei este scăldat de apele Oceanului Arctic, Polul Sud este instalat în mijlocul continentului antarctic.

Un fapt foarte interesant este echilibrarea continentelor și oceanelor pe principiu antipodal: practic, fiecare continent are la antipozi un ocean, doar 1/27 din suprafața uscatului avînd uscat la antipozi. Acest fapt pare important și pentru

menținerea raportului total apă/uscat la nivel planetar, raport care, din necesitatea asigurării supraviețuirii planetei, nu trebuie să se fi schimbat de-a lungul erelor geologice, indiferent de distribuția maselor continentale și a oceanelor.

Mișcarea de rotație a Terrei generează fenomenul astronomic care își pune pecetea asupra desfășurării activităților vitale ale tuturor ființelor vii: alternanța noapte-zi. Actualmente, planeta noastră efectuează o rotație completă în jurul axei sale în 23 ore, 56 minute, 4,09 secunde, intervalul de 24 de ore corespunde numai duratei medii a rotației complete față de Soare.

Dar planetara noastră corabie astrală, nu este un perpetuum mobile. În consecință, ca la orice obiect supus unor influențe exterioare, mișcarea mecanică a Terrei este constant încetinită de influența unor factori cum ar fi frecarea din straturile joase ale atmosferei (care are greutatea deloc neglijabilă de 14 milioane tone!) sau mareele cauzate de atracția lunară sau solară. Rezultatul acestor influențe este resimțit de organismele vii sub forma lungirii constante a duratei zilei, concomitent cu scăderea numărului de zile care alcătuiesc un ciclu anual (durata mișcării de revoluție rămînînd constantă).

Acest important fenomen a fost pus în evidență prin calcule de mare precizie și demonstrat faptic prin analiza ciclităților de creștere zilnică și anuală a coralilor fosili din diferite ere geologice. Astfel, s-a ajuns la concluzia că în urmă cu 600 milioane de ani anul cuprindea 420 de cicluri zilnice. Avînd în vedere că în epoca noastră anul are 365 de zile, rezultă că din Cambrian pînă astăzi anul a „pierdut" cîte o zi la fiecare 11 milioane de ani. Putem lesne bănui că un fenomen cu o asemenea întindere temporală este greu de evidențiat într-un interval de 100 de ani, de cînd a început studierea sa sistematică.

O consecință imediată a scăderii perioadei de rotație a Terrei o constituie modificarea formei sale în decursul evoluției geologice. Cînd rotația era rapidă, ea avea forma unui elipsoid prelungit, pentru ca, odată cu încetinirea rotației, să ajungă la forma aproape sferică de azi. Redistribuirea masei planetare a antrenat fenomene orogenetice, a căror amploare, astăzi, putem doar s-o bănuim.

2). *Mișcarea de translație (revoluție).* Terra este prizoniera Soarelui, care o ține strîns în ghearele sale gravitaționale. Dacă, printr-un accident — din fericire, posibil numai în ima-

ginație — Terra ar scăpa acestei atracții, s-ar deplasa pe o traiectorie rectilinie, cu impresionanta viteză de 100.000 km/h.

Dar Terra este pentru vecie legată de Soare, și se rotește în jurul lui cu viteza de 30 km/secundă, pe o orbită eliptică pe care o străbate în 365 zile, 6 ore, 9 minute și 11 secunde. Adică, într-un an. An în care Terra parcurge un drum de aproape 930 milioane km.

Parametrii orbitei eliptice terestre sînt următorii: axa mare 297,5 milioane km, axa mică 295 milioane km (deci o orbită aproape rotundă). Cu toate acestea, variațiile factorilor care influențează orbita terestră pot determina apropierea Terrei pînă la 147 milioane km de Soare, sau îndepărtarea pînă la 152 milioane km. De asemenea, aceiași factori (atracția gravitațională a Soarelui, atracția gravitațională a celorlalte planete din sistemul solar, în primul rînd Venus și Jupiter) determină tendința orbitei de a deveni circulară, axa mare a acesteia micșorîndu-se cu 60 km/an. Dacă această tendință se păstrează nealterată, peste 40.000 de ani orbita terestră va deveni circulară, eveniment cu implicații încă nebănuite asupra Terrei.

Între aceste implicații, s-ar putea număra și modificarea regimului termic al planetei. După cum a rezultat din calculele efectuate de un colectiv de la „Massachussetts Institute of Technology" — S.U.A., evoluția globului terestru pe o orbită perfect circulară ar priva planeta de influența maximelor de insolație pe care planeta le primea în punctele cele mai apropiate de Soare. Rezultatul ar fi răcirea ușoară a planetei și instalarea unor glaciațiuni cum istoria a mai cunoscut înainte, și care se vor încheia odată cu revenirea la o orbită eliptică.

Printre urmările sesizabile ale mișcării de revoluție, de maximă importanță pentru întreaga lume vie a Terrei o constituie împărțirea anului în anotimpuri precis individualizate. Întrucît mecanismul producerii anotimpurilor ne este bine cunoscut, să ne gîndim numai la faptul că întregul sistem de organizare a materiei vii terestre, toate ciclurile ce-i definesc existența, sînt subordonate ciclului cosmic al anotimpurilor.

Din fericire, perfecta constanță a mișcării de revoluție a Terrei (pentru moment, nu avem nici un indiciu care să infirme această presupunere) a asigurat mereu un ciclu anual al anotimpurilor, indiferent de numărul de zile existent într-un an. Dacă ne gîndim la urmările nefaste cauzate de aparenta dereglare a ciclului anotimpurilor pe care le produce o disfuncționalitate pasageră în circulația atmosferică sau regimul pluvial, putem intui ce urmări catastrofale ar avea asupra

biosferei terestre o dereglare de durată, cauzată de factorii cosmici majori.

Mișcarea de revoluție prezintă o serie de caracteristici, care pot apărea ciudate unui observator din emisfera nordică. În mod paradoxal, Terra se află la apropierea maximă de Soare (la periheliu) în data de 3 ianuarie, cînd frigul în emisfera nordică atinge poate valorile sale cele mai scăzute! Explicația acestui fapt o oferă înclinarea axei de rotație a Terrei față de planul mișcării, fapt care aduce înspre Soare emisfera nordică a planetei, care primește un extraordinar flux de energie solară.

Această situație favorizează emisfera nordică, care în felul acesta are beneficiul unor ierni mai blînde. În schimb, atunci cînd Terra se află la depărtarea maximă de Soare (4 iulie — afeliu), vara din emisfera nordică cunoaște fenomene caniculare mult atenuate. În emisfera sudică, situația este diametral opusă, verile trebuind să fie înăbușitor de calde, și iernile deosebit de friguroase. Aici, însă, intervin, cu un eminent rol termoregulator, oceanele, care preiau excesul de căldură din timpul verii și-l restituie treptat în cursul iernii.

Operă desăvîrșită a mecanicii cosmice, mișcarea globului terestru ne conduce spre concluzia că, atunci cînd are suficient timp la dispoziție, hazardul natural impune totdeauna soluția cea mai bună . . .

3). *Mișcările periodice de mică amploare.* Între aceste mișcări le putem aminti pe cele de *precesie* (în care axa terestră descrie un con, cu perioada de 26.000 ani) sau de *rotație* în jurul centrului de greutate al sistemului Terra-Lună, aflat la 1.000 km adîncime sub scoarța terestră.

Tot aici, putem menționa și *polodia*, fenomen de deplasare a polilor tereștri, mișcare cu dublă perioadă (430 și 365 zile), datorată în primul caz influenței Lunii asupra proeminenței ecuatoriale a Terrei, și în al doilea caz deplasării anuale a maselor de aer. La fel de interesantă este și mișcarea de *nutație*, traiectoriile polilor planetari în acest caz fiind eliptice, ca urmare a influenței Lunii. S-au efectuat calcule precise, care au arătat că există de fapt un întreg complex de mișcări de nutație, cu perioade de un an, semianuale, semilunare și chiar 9 zile. În total, mișcarea de nutație este rezultatul combinării de 109 termeni, periodici, influențați de Lună și Soare.

După cum rezultă din cele înfățișate mai sus, Luna prezintă o influență sensibilă asupra dinamicii generale a globului

terestru. Influența Lunii am putut-o pune în evidență și atunci cînd am discutat influența mareelor cauzate de atracția lunară asupra mișcărilor de rotație a Terrei. Și fiindcă acum este momentul cel mai potrivit, să vedem în ce mod fidelul tovarăș al planetei noastre poate constitui un factor de influență indirectă asupra biosferei.

Întrucît nu s-a putut evidenția o influență certă a Lunii asupra atmosferei terestre, s-a negat pur și simplu rolul ei. Dar geometeorologia actuală deține destule date pentru a risipi această idee greșită. Astfel, specialiștii D. Bradley, M. Woodburn și H. Brayer de la „New York University" (S.U.A.) au sintetizat datele oferite de 1.544 stații meteorologice, după 50 de ani de observații neîntrerupte. Sintetic, rezultatele ar fi următoarele:

— precipitațiile puternice sînt net mai frecvente în prima și a treia săptămînă a fiecărei luni lunare;

— ploile torențiale și furtunile de zăpadă se produc mai des în a treia, a patra și a cincea zi după luna nouă sau plină;

— variațiile spectaculoase ale timpului se produc cu frecvență sporită în momentele cînd Luna trece prin poziții extreme sau cînd traversează planul ecuatorial.

Aceste concluzii au fost întărite de cercetările lui E. Edderleg și E. Baven (Australia), care au mai adăugat faptul că în momentele cînd Luna și Soarele ocupă din nou poziții identice, aspectul general al vremii se repetă. Mai mult, ei au arătat că dispunerea reciprocă a Terrei, Lunii și Soarelui are o periodicitate de 18 ani, 11 1/3 zile, interval pentru care au propus denumirea de SAROS.

Să fie oare toate acestea simple coincidențe? Imposibil — cel mult false coincidențe, caz în care natura se dovedește a fi cel mai bun regizor.

4). *Mișcările galactice (de foarte mare amplitudine).* Dacă pînă acum am trecut în revistă mișcările proprii ale Terrei, sau cele pe care le execută în cadrul sistemului solar, să vedem care sînt mișcările pe care planeta noastră le efectuează împreună cu întregul sistem solar.

Sistemul nostru solar este relativ independent de restul formațiunilor cosmice înconjurătoare, dar este întrutotul subordonat mișcărilor izvorîte din dinamica generală a galaxiei din care facem parte. Centrul maselor din sistemul solar este subiectul unei astfel de mișcări, el deplasîndu-se spre constelația Hercule cu o viteză constantă de 20 km/s. Traiectoria

mișcării are forma unei spirale cu diametrul mediu de 297 mil. km, și cu un pas de 625 milioane km.

Secțiunea acestei spirale nu este circulară, ci eliptică. În această situație, în conformitate cu legea a doua a lui Keppler, sistemul solar trebuie să parcurgă în intervale de timp egale suprafețe la centru egale. După cum arată astronomul sovietic A. Lavrov, în aceste condiții se produc variații de viteză în mișcarea sistemului solar, care pot atinge valori de $\pm$ 90 km/s, fapt care determină variații ale masei planetelor, inclusiv a Terrei. Rezultatul direct al acestei situații îl constituie modificări ale tensiunilor existente în scoarța planetei, intensificarea mișcărilor orogenetice și, ca o consecință imediată, intensificarea activității vulcanice.

Dar cea mai simplă mișcare pe care planeta noastră o întreperinde este, cu sistemul solar și cu grupul local de stele, în jurul centrului Galaxiei. Această mișcare este generală la nivelul Galaxiei, ea antrenînd, în condiții diferite, întreaga masă galactică. Traiectoria pe care se desfășoară această mișcare este circulară, iar vitezele unghiulare cu care formațiunile stelare se rotesc în jurul centrului galactic sînt diferite, în funcție de locul ocupat în galaxie. Pentru sistemul nostru solar, această viteză este de 220 km/s, adică aproape 800.000 km/h!

Intervalul în care Galaxia efectuează o rotație completă în jurul centrului său de masă a primit, prin analogare cu situația întîlnită în sistemul solar, numele de *an galactic*. Lungimea sa nu a putut fi evaluată cu precizie, întrucît este vorba de un proces care se exprimă în durate de ordinul milioanelor de ani terestri, în timp ce observațiile terestre asupra mișcărilor galactice nu au o vechime mai mare de cîteva zeci de ani...

La început, s-a avansat ipoteza unui an galactic cu durata de 275 milioane ani. Opinii contrare au stabilit aceeași durată la 60—70 milioane ani, în timp ce astronomi sovietici, cum ar fi A. Lavrov și B. Litchkov, afirmă că anul galactic ar avea o durată de 170 milioane ani. Argumente în favoarea acestei ultime ipoteze nu lipsesc, și chiar Litchkov le-a prefigurat atunci cînd afirma că anul galactic s-ar compune din trei faze: faza glaciară (caracterizată prin extinderea învelișului de gheață al Terrei), faza temperată și faza xerotermică (caracterizată prin creșterea puternică a temperaturii).

La încheierea unui astfel de ciclu, sau în perioadele de tranziție între diversele faze, pot avea loc crize ecologice majore, care să influențeze în mod hotărîtor destinul biosferei terestre. Studiile de paleoclimatologie, care au valorificat o

serie de importante cercetări geologice, au arătat că în trecutul Terrei au existat mari alternanțe ale condițiilor climatice, care nu pot fi în întregime puse pe seama mișcărilor pe care planeta noastră le efectuează în interiorul sistemului solar. Alternanța perioadelor cu climat rece și cu climat arid este foarte pregnantă, maximele pentru fiecare stare putînd fi amplasate în timp după cum urmează:

— maxime xerotermice: în Cambrian (în urmă cu 570 milioane ani), Devonian (— 380 milioane ani) și Triasic (— 210 milioane ani);

— maxime glaciare: în Silurian (— 430 milioane ani), Permian (— 250 milioane ani), Cretacic (— 67 milioane ani) și Antropogen (epoca noastră).

Dacă ar fi să dăm crezare acestei periodizări, planeta noastră s-ar afla acum la începutul unui ciclu cu durata de 170 milioane ani, urmînd ca, după faza glaciară care „tocmai" s-a încheiat, să urmeze o perioadă de încălzire. Cel puțin din punctul de vedere al climatologiei cosmice, viitorul climei terestre ar fi deja hotărît: ar urma o perioadă de încălzire generală a climei, care ar dura, în lipsa unor fenomene perturbatoare, cîteva zeci de milioane de ani.

Influența fenomenelor perturbatoare nu trebuie deloc neglijată. Astfel, datele culese în anul 1978 de către satelitul de observații astrofizice „COPERNICUS" au arătat că un nor cosmic aflat la distanță de peste 0,1 parseci ($0{,}5\times10^{13}$ km) se îndreaptă spre sistemul solar cu o viteză de 20 km/s, urmînd ca întîlnirea să se producă în termen de aproximativ 5.000 de ani. Din datele deținute, se apreciază că norul cosmic respectiv ar avea grosimea de 0,05 parseci, și ar fi alcătuit în principal din pulbere, densitatea sa atingînd valoarea de 10^4 atomi/cm^3.

Astronomii britanici F. Hoyle și T. Lyttleton au calculat că, în întreaga sa istorie de 4,6 miliarde ani, Terra a traversat peste 150 de astfel de nori. Consecința imediată a acestei întîlniri este scăderea sensibilă a luminozității solare, scăderea temperaturii superficiale a planetei și răcirea întregului climat, răcire care poate culmina cu o epocă glaciară. Chiar dacă traversarea norului cosmic se produce relativ rapid, Soarele captează o serie de particule din norul respectiv, fapt care influențează pe termen lung intensitatea radiației solare primită de Terra.

Doi specialiști în astrofizică, J. Mc. Crea și M. C. Begelman au efectuat un calcul din care rezultă că influențe de genul celor descrise mai sus pot apărea numai dacă densitatea

norului cosmic depășește valoarea de 10^5 atomi/cm^3. În lumina acestei afirmații, ar trebui să stăm liniștiți față de apropiata întîlnire cosmică. Dar tot M. C. Begelman este cel care arată că un nor cu densitatea de 10^2—10^3 atomi/cm^3 poate spori în mod sensibil vîntul solar, scăzînd rata producerii de ozon în straturile superioare ale atmosferei, permițînd astfel pătrunderea radiațiilor ultraviolete.

Urmările pentru biosferă? Desigur că imprevizibile, la fel cum imprevizibilă poate fi urmarea pentru planeta noastră a fiecărui fenomen care se va întîmpla în următoarele milioane de ani în zona cosmică care prezintă interes practic pentru existența ei. Căci, să nu uităm, în afară de mișcarea sa proprie, Galaxia noastră participă la un număr de mișcări în cadrul grupului local de galaxii. Care, la rîndul său, participă la mișcarea Metagalaxiei prin hăurile nesfîrșitului cosmic. Toate aceste mișcări influențează, direct sau imediat, subsistemele cosmice cărora le aparține planeta noastră.

De aceea, trebuie să convenim că traiectoria galactică a planetei noastre este de o complexitate fără egal, pe care actualul nostru aparat matematic nu o poate încă aborda. Este destul să subliniem faptul că, în istoria sa de 4,6 miliarde ani, Terra nu a trecut niciodată prin același punct al spațiului cosmic cvadridimensional. Fiecare punct efectiv al orbitei planetei noastre (nu calculat în raport cu Soarele sau cu Steaua Polară), este un unicat, o stare complexă aflată la punctul de incidență al unui număr imens de factori.

Corabia noastră astrală este, din acest punct de vedere, unică în Univers. Chiar dacă în sistemul planetar al unei stele similare Soarelui vom găsi o planetă puțin deosebită — să zicem, în ceea ce privește masa — de planeta noastră, numai atît și este suficient pentru a-i influența caracteristicile orbitei. Așezarea diferită în sînul Galaxiei poate fi un alt factor care să aducă diferențieri, pe care, din păcate, pentru moment nu putem decît să le intuim.

Și, fără a face recurs la intuiție, putem formula o concluzie: în Universul infinit de vast și de complex, nu există două planete la fel.

VIAȚA ÎN SOARE

Să fie oare o greșeală? Nu cu mult înainte am afirmat cu deosebită tărie că pe suprafața astrului zilei (și cu atît mai puțin în adîncurile lui) viața este cu desăvîrșire imposibilă.

Dar să luăm în considerare următoarea situație: multă vreme, omenirea a crezut că trăiește pe Terra. De fapt, ea trăiește în Soare.

Soarele are o personalitate mult mai complexă decît lasă să se întrevadă o simplă observație optică. Privit cu ochiul (desigur, printr-un ecran protector) Soarele se prezintă sub forma unei imense și perfecte mingi de foc. Privit cu aparate astronomice complexe, Soarele se arată a fi sediul unor procese grandioase, a căror amploare am schițat-o deja mai înainte. În numai o jumătate de oră, Soarele poate arunca în spațiu cantități imense de materie, pînă la distanța de 150.000 km.

Distanța care separă Terra de Soare, distanță pe care lumina o străbate în 8 minute, pare a pune planeta noastră la adăpost de orice influență nocivă. Într-adevăr, protuberanțele solare nu ating nici măcar orbita planetei Mercur, în schimb, un ocean de radiații solare scaldă cu generozitate suprafața planetei noastre, influențînd în forme foarte variate Terra și biosfera pe care aceasta o găzduiește. În ordinea lungimilor de undă, aceste radiații sînt următoarele: radio, infraroșii, vizibile, ultraviolete, X. Procentual, ele se grupează astfel: raze X și ultraviolete — 8%, lumină vizibilă 41%, infraroșii — 51%.

De la Soare ne mai parvin și particule ionizate, care străbat distanța care le desparte de Terra în 24—48 ore, și vin să îmbogățească materialul constituent al magnificelor aurore polare. Și la drept vorbind, am putea chiar afirma că Soarele se întinde pînă dincolo de Terra, atîta timp cît vîntul solar, care umple întregul spațiu cu plasmă caldă accelerată pînă la viteze de 500 km/s., se întinde pînă dincolo de orbita planetei Pluto.

Aceste date sînt valabile pentru Soarele „calm", a cărui existență se desfășoară în parametri stabili. Dar Soarele este o stea în plină fierbere, iar fazele sale furtunoase, active, sînt mult mai numeroase și mai bogate în implicații pentru planeta noastră. În momentele de activitate solară maximă, în zonele înalte ale atmosferei terestre se produc importante schimbări. În stratosferă, temperatura poate să urce cu 60°C și densitatea să varieze în raport de 1 la 10. Aceste modificări spectaculoase nu pot rămîne fără urmări asupra dinamicii atmosferice, a repartizării maselor de aer și a regimului pluvial. Tot ele pot influența viteza de rotație a Terrei, ducînd la apariția unor tensiuni interne care se eliberează prin intensificarea activității seismice sau vulcanice.

Radiațiile solare de înaltă energie influențează în mod sensibil stratul de ozon atmosferic, mantia protectoare pe care Terra a așezat-o între ucigătoarele radiații de proveniență cosmică și biosferă. În perioadele de activitate solară maximă, radiațiile ultraviolete pot ajunge pînă la suprafața terestră, cauzînd numeroase suferințe organismelor vii — s-a constatat, de exemplu, creșterea incidenței cancerului de piele în perioadele următoare activității solare maxime.

Sistemele biologice resimt din plin influența fiecărei schimbări în regimul de funcționare al Soarelui. Profesorul american E. Douglas a pus în evidență variația grosimii inelelor anuale de creștere ale arborilor, cu o perioadă de 11 ani, care coincide întocmai cu unul din principalele cicluri ale activității solare. Același ciclu poate fi pus în evidență și în lumea animală, a cărei dezvoltare pare și ea să asculte de „ordinele" primite de la Soare. Astfel, în perioadele de activitate solară maximă numărul insectelor scade (ouăle lor fiind foarte ușor distruse de radiațiile solare intense), iar blana mamiferelor devine mai deasă (pentru a asigura un mijloc de protecție suplimentară).

Studierea influențelor solare asupra biosferei și, în primul rînd, asupra omului, se desfășoară cu asiduitate în toate colțurile lumii. În Japonia, Takata și Minasugi au constatat că viteza de coagulare a sîngelui se modifică înaintea apariției unei perturbații solare. În R.F.G., Halse și Lossnitzer au urmărit timp de mai mulți ani fenomenul de fibrinoliză la un lot de mai multe sute de pacienți. Constatarea este că schimbările în fibrinoliză sînt în strînsă legătură cu variațiile magnetismului terestru, care este sub influența directă a Soarelui. La fel, una din cele mai răspîndite maladii actuale, infarctul miocardic, are o posibilitate mai mare de producere cînd apar pete solare.

Prof. G. Tușinski, de la Universitatea din Moscova, afirmă că în activitatea solară se pot distinge cicluri de 11, 22, 35 și 90 de ani, care provoacă importante modificări în rata umidității pe Terra. Aceste cicluri ar putea, astfel, să influențeze nivelul lacurilor și al apelor freatice, debitul apelor de suprafață, înghețarea mărilor și evoluția ghețarilor. Pînă la probarea acestor afirmații, este unanim acceptat că Soarele are trei mari cicluri de activitate: de 11, 80 și 400 de ani.

Un alt factor perturbant în activitatea solară este efectul de maree provocat de atracția exercitată de masele planetare din sistemul solar. Fără îndoială, o planetă minusculă cum e Mercur, sau o planetă îndepărtată cum este Neptun, nu pot exercita o astfel de influență. Dar planetele telurice masive (Venus, Terra) și Jupiter pot exercita o influență notabilă, care devine maximă în momentul alinierii celor trei planete (însă, mult mai modestă decît se prevedea pentru alinierea care a avut loc în anul 1982)...

Françoise și Michel Gauquelin au efectuat studii de foarte mare amploare asupra influenței pe care distribuția spațială a planetelor o exercită asupra ființei umane, începînd chiar cu momentul nașterii. Un element de maximă importanță în această influență este acțiunea mediată a planetelor prin intermediul Soarelui: planetele influențează dinamica proceselor care au loc în Soare, a căror variație produce schimbări, de multe ori spectaculoase, în dinamica planetei noastre. Desigur, o bună perioadă de timp, influențele în triunghi planete-Soare-Terra nu puteau fi puse în evidență, observatorii trebuind să se limiteze la asocierea diferitelor fenomene sau a anumitor stări ale sistemelor biologice cu poziția celestă a astrelor. Aici se află, poate, rădăcinile astrologiei, știință în bună parte uitată, și astăzi disprețuită în virtutea stupidelor sale evoluții din epoca contemporană.

Un fapt este fără tăgadă: nu există diviziune, cît de mică, a biosferei terestre, care să nu resimtă influența Soarelui. În perioadele de activitate solară maximă, înmulțirea bacteriilor se intensifică considerabil, fapt care explică apariția bruscă de epidemii.

În rîndul viețuitoarelor terestre, omul este poate specia cea mai expusă efectelor nocive ale radiațiilor solare. După cum am arătat deja, intensificarea activității solare este un factor de risc în cazul afecțiunilor cardiace. Numărul crizelor de hipertonie, al acceselor stenocardice, al atacurilor de apoplexie și al deceselor cauzate de acestea este mult crescut în zilele de intensă activitate magnetică, care sînt în mod obișnuit asociate cu intensificarea activității solare. Influențele sînt resimțite pînă la nivel celular, modificările din cîmpul geomagnetic influențînd permeabilitatea membranelor și activitatea mitotică.

Activitatea solară influențează și activitatea psihică umană. De exemplu, a doua zi după erupții solare, numărul accidentelor de circulație crește de 4 ori, iar reacțiile operatorilor

în procesele industriale sînt de 3—4 ori mai lente. Dar, mai mult decît atît, s-a constatat frecvența mult sporită a crizelor de epilepsie în momentele de variație ale cîmpului magnetic terestru sau al electricității atmosferice. Dar faptul cel mai tragic este că în perioadele de intensificare a activității solare, crește numărul de sinucideri și de catastrofe provocate de diferite dezechilibre psihice.

După cum este evident, influența Soarelui este fatidică pentru biosfera terestră. Aceasta, cu atît mai mult cu cît noi cunoaștem activitatea solară numai la timpul prezent, și foarte vag la timpul viitor. Faptul pare bizar, dar este determinat de faptul că Soarele are o mișcare proprie de rotație, care se efectuează într-un interval de 27 de zile. În acest fel, nu putem niciodată cunoaște cu precizie ce ni se pregătește pe fața nevăzută a Soarelui.

Acest lucru va putea deveni posibil numai atunci cînd omenirea va instala sateliți în apropierea Soarelui, fie heliostaționari (imobili în spațiu, lasă suprafața solară să „defileze" pe sub aparatele lor de observație) fie heliosincroni (care se rotesc în același timp cu Soarele). Sateliții vor transmite omenirii date care să-i permită să combată cu succes efectele nocive ale mîniilor solare.

Abia atunci umanitatea se va convinge că ea nu trăiește numai *pe* Terra, ci și *în* Soare.

CĂLĂTORIE ÎN TRECUT

Pentru a înțelege bine toate particularitățile evoluției terestre și prezente ale Terrei, va trebui să efectuăm o călătorie în trecut, să atingem momentul de acum 4,6 miliarde ani, cînd în protosteaua centrală a sistemului nostru se inițiau reacțiile termonucleare, iar materialul planetar era aproape în întregime agregat în forma pe care o cunoaștem și azi.

Actualele noastre cunoștințe teoretice ne permit să descriem cu suficientă exactitate momentele inițiale de existență ale Terrei. Pe măsură ce materialul planetar se aglomera într-un sferoid de dimensiuni uriașe, presiunea internă creștea corespunzător, fenomen însoțit de creșterea puternică a temperaturii interne. La aceasta, s-a adăugat energia degajată prin descompunerea elementelor radioactive, cum ar fi uraniul, tho-

riul și potasiul (care, chiar dacă acest lucru este mai puțin cunoscut, are în alcătuire în proporție de 0,01% izotopul radioactiv potasiu 40).

În acele momente, diferitele elemente chimice erau în mod aleatoriu distribuite în masa planetară. Sub influența căldurii, majoritatea compușilor din masa planetei au intrat în fuziune, producîndu-se astfel un fenomen de separare prin acțiunea gravitației — elementele chimice mai grele și compușii lor au „picat" spre centrul planetei, formînd un miez alcătuit în principal din fier, iar materialele ușoare — silicații și compușii aluminiului s-au ridicat spre suprafață, alcătuind actuala crustă (sau scoarță) terestră.

În paralel cu intensele frămîntări din adîncuri, la suprafața planetei se desfășurau alte evoluții spectaculoase. În paralel cu formarea corpului planetar, atracția gravitațională reține în jurul protoplanetei cantități considerabile de materiale volatile. După ce în sînul Soarelui ia startul lanțul nesfîrșit al reacției termonucleare, materialele volatile din protoatmosferele planetare au fost supuse acțiunii violente a vîntului solar, smulse cîmpului gravitațional și împrăștiate în spațiu.

Știința contemporană a adus argumente convingătoare și, în același timp, elegante, în sprijinul acestei afirmații. În anii '40, H. N. Russel (Universitatea Princeton) și Donald Mensel (Universitatea Harvard) au evidențiat interesanta deosebire care există între atmosfera terestră și atmosferele stelare, inclusiv cea solară. În atmosferele stelare apar în relativă abundență gazele inerte (neon, cripton și xenon), care în atmosfera terestră sînt atît de slab reprezentate, încît au și fost supranumite gaze rare.

Această diferență nu poate fi explicată decît prin aceea că, în faza inițială, fierbinte, a existenței sale, Terra a pierdut majoritatea elementelor constituente ale protoatmosferei. Chiar și prezența mai notabilă a argonului în atmosfera terestră este pusă de către fizicianul german C. F. von Weizsäcker pe seama acumulării de reziduuri în urma descompunerii radioactive a potasiului.

La întrebarea: de ce gazele inerte sînt prezente în atmosferele stelare? — se poate răspunde cu ușurință: atracția gravitațională exercitată de imensa masă stelară este mai puternică decît energia radiantă care acționează în sensul împrăștierii produșilor volatili. Un exemplu de raport invers avem în cazul planetei Mercur care, cu o masă reprezentînd 10% din masa terestră și o gravitație ce reprezintă 37% din cea

terestră, nu a putut păstra nimic din atmosfera inițială. La producerea acestui fenomen au contribuit și alți factori, cum ar fi marea apropiere de Soare (aproape 58 milioane km) și, în virtutea acestui fapt, temperatura care domnește pe suprafața planetei (care depășește valoarea de 400°C pe fața expusă la Soare).

În lumina celor arătate mai sus, se poate presupune că, în faza inițială a existenței lor, toate planetele telurice și-au pierdut protoatmosferele. Dar nu același lucru s-a petrecut în cazul planetelor joviene care, beneficiind de o masă mai mare și fiind situate mai departe de Soare, au putut păstra în bună parte atmosfera inițială. Jupiter și Saturn au putut păstra chiar și elementele cele mai volatile, cum ar fi hidrogenul și heliul. Uranus și Neptun, avînd masa de 14,5, respectiv 17,2 mai mare decît masa terestră, au pierdut o parte din cantitățile inițiale de hidrogen, heliu, metan și neon, dar au reținut integral apa, amoniacul și celelalte materiale mai puțin volatile.

Dar să revenim la Terra. După „furtul" protoatmosferei, planeta noastră avea o atmosferă extrem de rarefiată, mult mai rarefiată decît actuala atmosferă a planetei Marte. Atunci, ne putem pe bună dreptate întreba, care este originea atmosferei terestre?

Posibilitatea captării din spațiul cosmic a gazelor care alcătuiesc atmosfera este exclusă, fiind greu de presupus că planeta noastră a străbătut timp îndelungat zone de spațiu cosmic în care acestea să se afle în abundență. Singura posibilitate care mai putea fi luată în calcul era originea terestră, mai exact spus subpămînteană, a constituentelor atmosferei.

Această ipoteză a fost formulată în anul 1947 de către chimistul american Harison Brown (Universitatea din Chicago). Studiind în amănunțime raporturile în care se află cele cinci gaze nobile din atmosferă (heliu, neon, argon, kripton și xenon) cu întregul volum al atmosferei, el a constatat că acestea sînt de 10^6 pînă la 10^{10} mai mici în atmosfera terestră decît în ansamblul sistemului solar. Concluzia este cea pe care o cunoaștem: atmosfera planetei noastre are o origine secundară, fiind rezultată prin degazarea interiorului planetei.

Cel care a încercat să aprofundeze această concluzie a fost geologul William Rubey (S.U.A.), care la începutul deceniului 6 al secolului nostru a studiat posibila desfășurare a procesului de degazare a scoarței terestre, cu alte cuvinte a modului în care substanțele volatile cuprinse în materia terestră au

fost puse în libertate. Pentru început, Rubey a analizat procesul de alterare a rocilor superficiale, care conțin în diverse proporții toate elementele constituente ale atmosferei. Cînd aceste roci se dezagregă, sub influența unor factori termici sau mecanici, componenții volatili scapă legăturii chimice, dar rămîn prizonierele cîmpului magnetic terestru.

Rubey a efectuat un bilanț al rocilor superficiale terestre, excluzînd din calculele sale rocile sedimentare, care conțin elemente volatile luate din aer și din apă, fiind rezultatul formării de depozite de calcită acvatică. În aceste condiții, Rubey a ajuns la concluzia că dezagregarea rocilor superficiale nu a putut furniza decît maximum 1% din elementele volatile prezente astăzi în atmosferă. În concluzie, 99% din gazele atmosferice au fost eliberate din mantaua terestră, prin fenomene vulcanice și geotermale.

Rubey și-a testat ipoteza estimînd volumul de gaze eliberate de către vulcanii din întreaga lume (inclusiv vulcanii submarini), precum și cantitatea de apă caldă pe care o scot la suprafața planetei sursele geotermale. Presupunîndu-se un ritm continuu de degazare pe aceste căi, timp de „numai" 3 miliarde de ani, volumul de gaze obținut ar fi de 100 de ori mai mare decît actualul volum al atmosferei.

În lumina celor prezentate pînă acum, putem schița un tablou aproape complet al evoluției îndepărtate a planetei noastre, în care găsim din nou acele uimitoare coincidențe care au netezit calea Terrei spre viață.

Astfel, în momentele inițiale ale formării planetei, cînd masa protoplanetei a depășit 1/10 din masa actuală, a început captarea particulelor din nebuloasa primitivă, care au dat naștere unei atmosfere primare, densă și opacă. După amorsarea în masa solară a reacției termonucleare, vîntul solar a cuprins și Terra. Fiind mult mai intens decît în zilele noastre (radiația ultravioletă era de 100 de ori mai puternică), vîntul solar a împrăștiat atmosfera primitivă, făcînd loc unei noi atmosfere, rezultată prin degazarea mantalei terestre, care s-a desfășurat pe fondul vulcanismului generat de intrarea în incandescență a nucleului planetar.

Fiindcă aminteam despre o serie de coincidențe fericite, să încercăm să le sistematizăm în cele ce urmează:

— dacă, în jocul de forțe existent în nebuloasa primară, masa planetei noastre ar fi fost comparabilă cu cea a planetei Mercur (care este de 1/10 din masa terestră), ar fi fost imposibilă captarea unei atmosfere primare și ar fi, în general, imposibilă existența oricărei atmosfere;

— dacă Soarele ar fi avut o masă mai mică, vîntul solar nu ar fi avut poate suficientă energie pentru a împrăștia atmosfera primitivă, situație în care evoluția cunoscută a planetei noastre ar fi fost cu desăvîrșire imposibilă;

— dacă Terra ar fi avut o masă mai mare, efectul acreționar care a dus la concentrarea metalelor grele și radioactive în centrul planetei și aducerea lor în stare de fuziune s-ar fi desfășurat într-un ritm mai accelerat. În felul acesta, dezagregarea puternică a straturilor interne s-ar fi produs mai repede, iar rezultatele dezagregării (substanțele volatile) ar fi fost, la rîndul lor, împrăștiate de vîntul solar încă puternic. Rezultatele unei astfel de conjuncturi sînt greu de evaluat, atît în termeni calitativi (componența atmosferei), cît și cantitativi (grosimea și densitatea ei).

Iată un șir de „dacă", care demonstrează, încă o dată, destinul perfect individualizat al planetei noastre în marele concert universal al planetelor care găzduiesc viața.

ORIGINEA VIEȚII

Terra are vîrsta de 1 miliard de ani. Deci, o planetă tînără, de-abia liniștită după spectaculoasele fenomene cosmice care i-au însoțit nașterea. Totul are o înfățișare ciudată: cerul este de un albastru adînc și cuceritor, dar nici o zburătoare nu-i străbate cărările nevăzute. Pămîntul are numeroase denivelări, vulcanii scot cu osîrdie la suprafață măruntaiele fierbinți ale Terrei, rîuri bogate curg spre bazinele maritime, dar culoarea verde este cu desăvîrșire absentă: plantele nu s-au născut, iar clorofila este încă un vis al naturii. Apele bogate ale oceanelor se sparg zgomotos pe maluri, dar ele nu lasă pe mal meduze sau crabi, nici măcar scoici: viața încă n-a apărut.

Nimic nu amintește de actuala înfățișare a planetei noastre. Chiar și atmosfera este alta, căci după pierderea atmosferei primitive, învelișul gazos rezultat prin degazarea mediului planetar intern este alcătuit din gaze, cum ar fi metanul, amoniacul și hidrogenul, precum și din vapori de apă. În această atmosferă, puternic ionizată de radiația intensă a Soarelui tînăr,

au loc imense descărcări electrice, a căror lumină albăstruie luminează noaptea peisajul fumegînd de erupțiile vulcanice și de izbucnirile gheizerelor.

Cu toate acestea, nu fulgerele, și nici vulcanii nu reprezentau sursa principală de energie pe suprafața terestră, ele constituind mai puțin de 1/100 din energia pe care Terra o primea în acele momente de la Soare. Să nu uităm că în acele momente, cînd în atmosferă nu exista oxigen liber, dar nici ozon, radiațiile ultraviolete ajungeau nestingherite la suprafața planetei. În acest fel, fiecare centimetru pătrat din suprafața terestră primea în medie pe an peste 170.000 de calorii, cu variații în funcție de latitudine.

Sub influența importantului aport de energie solară, și sub impulsul descărcărilor electrice, în atmosfera primitivă au putut lua naștere, din combinația componentelor gazoase, o serie de combinații încă necunoscute pe Terra: compușii organici, cărămizi ale vieții.

Asupra acestui moment primordial și-au oprit atenția mulți savanți, conștienți de importanța clarificării problemei biogenezei terestre. Deschizătorul de drumuri către acest domeniu de cercetare a fost biochimistul rus Alexandr Oparin, care în deceniul trei elaborează teoria apariției elementelor constituente ale materiei vii pe cale abiogenă, din compușii anorganici existenți pe suprafața Terrei primitive. În 1936, el publică lucrarea sa de mare răsunet internațional, al cărei titlu — „Originea vieții" — sintetiza preocupările bogate ale lui Oparin în cercetarea momentelor de debut ale vieții terestre.

Oricît ar părea de ciudat, dar Oparin este primul savant care pune cu tărie și rezolvă cu mijloace științifice problema sintetizării din produși abiogeni a componentelor materiei vii. Înaintea lui, răspunsurile au fost de factură foarte diferită, și cel mai vechi dintre acestea este că viața a fost creată, fiind rezultatul activității aceluiași principiu divin care a creat Universul și Terra. Raționamentul este de o simplitate extremă în analogia pe care o realizează: omul creează lucruri, deci o ființă cu puteri spuranaturale poate crea și viață. Această concepție este clar expusă în geneza biblică, unde creatorul, începînd cu cea de-a treia zi, aduce pe lume plantele, peștii și păsările, animalele trestre și, în sfîrșit, omul.

Dar spiritele raționale nu au putut niciodată accepta fără obiecțiuni o astfel de teorie, propunînd alternative elaborate în conformitate cu nivelul de înțelegere al vremii respective

și pe care le putem cuprinde sub genericul generației spontanee. În plan dialectic, această teorie nu este cu nimic mai productivă decît concepția mistică, lăsînd prea puțin loc evoluției, forma specifică viului de ascensiune de la simplu la complex. În schimb, teoria generației spontanee are marele merit de a fi promovat ideea originii terestre, naturale, a vieții.

În luminata antichitate greacă, problematica viului a fost mereu primită cu interes, Anaximandru din Milet (610—547 î.e.n.) susținea că toate ființele ar fi apărut din nămolul marin, unde erau adăpostite într-o cochilie spinoasă, care s-a deschis într-o bună zi ajungînd în bătaia razelor Soarelui. Conform gînditorului grec, oamenii au apărut în interiorul peștilor uriași, unde au găsit adăpost și hrană pînă cînd au devenit apți să ducă o viață independentă. În semn de recunoștință, Anaximandru nu mînca pește, al cărui consum îl interzicea cu desăvîrșire discipolilor săi.

Un urmaș al lui Anaximandru, mult superior, este Empedocle (495—435 î.e.n.). Acesta are o viziune mult mai complexă asupra apariției vieții, primul stadiu constituindu-l apariția de bucăți disparate, ieșite direct din sol. Pămîntul se umple de membre izolate, de capuri fără coarne, fețe fără frunți, brațe fără umeri, ochi fără față, toate mișcîndu-se în căutarea complementului său. Într-o a doua fază, toate bucățile rătăcitoare se reunesc grație hazardului, și se unesc în cele mai variate forme posibile, rezultînd animale ciudate, combinații heteroclite ale unor elemente acum binecunoscute. O bună parte din aceste combinații sînt sortite pieirii, rămînînd în viață numai acele ființe care sînt mai bine înzestrate pentru supraviețuire.

Această supraviețuire implică și apariția sexualității, ca formă specifică de perpetuare a vieții în forme imuabile. Începînd din acest moment, animalele nu mai iau naștere din adîncurile planetei, procesul apariției speciilor fiind încheiat, cheia sa de boltă constituindu-o selecția pe care moartea, concepută ca un principiu creator, o realizează prin îndepărtarea ființelor nereușite. Este cazul, deci, să subliniem că ne aflăm, poate pentru prima dată, în prezența unui sîmbure de evoluționism, implicat în procesul de trecere de la dezarmonia primitivă la armonia secundară, definitivă.

Din gîndirea lui Empedocle se desprind foarte multe idei valoroase. Una ar fi unitatea materială a vieții, reflectată în succesiunea diferitelor forme ale ei. El considera arborii un

echivalent al animalelor, pe care, la rîndul lor, le privea ca pe rude apropiate ale omului. De aceea, a ridica mîna asupra unui animal părea ilustrului gînditor grec un act paricid inadmisibil.

Creaționismul este dezavuat și de către un alt mare filozof al Greciei antice: Democrit (460—? î.e.n.), care, alături de Leucipp, este fondatorul teoriei atomiste, prima formă istorică a materialismului. Democrit explică formarea întregii naturi prin mișcarea dezordonată a atomilor în vid, negînd posibilitatea ca o voință, oricît ar fi de divină, să guverneze vreun proces natural. Tot ce ne înconjoară, și noi înșine, sîntem rezultatul hazardului, al unirii aleatorii a miriade de atomi.

Un punct de vedere apropiat prezintă Straton din Lampsaca (?—270 î.e.n.), pentru care speciile animale existente sînt rezultatul alegerii pe care hazardul o efectuează între multe specii posibile, care au pierit odată cu individul, incomplet sau imperfect, pe care întîlnirile aleatorii l-au produs, fără să-i dea instrumentele necesare conservării speciei pe care o reprezenta.

După cum se vede, hazardul a făcut o strălucitoare carieră în gîndirea biologică a Greciei antice. Singurul care a negat cu înverșunare rolul hazardului a fost Aristotel (384—322 î.e.n.), una din cele mai strălucite minți pe care le-a avut specia umană. Situîndu-se pe o poziție diametral opusă lui Democrit, el contestă orice rol al hazardului în natură, și mai ales în natura vie, unde totul are un destin, o finalitate, unde „aproape că putem atinge divinitatea". Plin de perspicacitate în multe alte domenii, stagiritul nici măcar nu bănuiește că formele superioare de viață ar putea să urmeze, cronologic și filetic, formele inferioare. Pentru el, animalele nu sînt altceva decît oameni imperfecți, neterminați, iar omul este forma supremă de existență a vieții numai fiindcă, dintre toate speciile, a învins și stăpînește materia.

De această dată, marele filosof nu a avut dreptate: datele pe care ni le oferă știința contemporană ne îndreptățesc să credem că viața este în bună măsură un rezultat al hazardului, hazard pe care îl putem chiar cuantifica, sub forma unei probabilități de producere a fenomenului cercetat. O monedă avînd două fețe; este lesne de înțeles că posibilitățile de apariție la o aruncare a unei fețe sau a alteia sînt egale cu 1/2.

Trebuie să precizăm că, în cazul estimării posibilității de apariție a vieții pe cale abiogenă, nu ne interesează numărul

total de posibilități rezultate din microstările sistemului abiotic originar. Dimpotrivă, ne interesează posibilitatea ca fenomenul respectiv (apariția vieții) să se întîmple *măcar o singură dată.*

Există și alte fenomene care se pot întîmpla măcar o singură dată. Știm că un avion este compus dintr-un număr imens de molecule, aflate într-o mișcare pe care o putem defini drept dezordonată. Dacă toate aceste molecule s-ar mișca, deodată, într-o singură direcție, atunci avionul s-ar ridica în aer fără a se mai pune în funcțiune puternicele sale motoare. Iată, deci, un fenomen care este *posibil* să se întîmple *măcar o singură dată.* Și cu toate acestea, încercați să spuneți cuiva că ați văzut faptul petrecîndu-se aievea . . .

Din fericire, nimeni nu poate infirma posibilitatea producerii singurei șanse de apariție pe care o atribuim vieții. Viața există, este omniprezentă pe Terra, iar noi sîntem o particulă bine delimitată a ei. Viața, în virtutea calităților sale de automenținere și reproducere, are nevoie de o singură șansă pentru a apărea. Să acordăm atunci vieții o șansă dintr-o mie — ceea ce înseamnă o probabilitate de 1/1000, care în termeni probabilistici înseamnă un eveniment cu o probabilitate foarte mică. Privind însă problema dintr-un alt unghi de vedere, putem afirma că viața deține practic 999/1000 șanse de a apărea măcar o singură dată. La 20.000 de încercări, probabilitatea devine de 19.999/20.000, iar la un număr mai mare, probabilitatea devine aproape unitară, ceea ce înseamnă deja certitudine.

Iată cum viața, dintr-un fenomen cu șanse minime de reușită, devine o certitudine absolută. Iar rezultatele calculului nu se schimbă în mod semnificativ dacă acordăm vieții două, trei sau mai multe șanse de a apărea — la ordine de mărime superioare, probabilitatea își păstrează tendința de a lua o valoare unitară. Pe de altă parte, nu trebuie să uităm că avem de-a face cu o probabilitate care acționează la scară planetară, într-un interval de timp de ordinul miliardelor de ani — ceea ce înseamnă, practic, un număr infinit de încercări pe care materia le-a făcut de a da naștere vieții.

În condițiile propice și relativ stabile pe care le-a oferit planeta noastră, apariția vieții și perpetuarea ei au fost fenomene de maximă certitudine.

Viața este un fenomen inevitabil.

După debarasarea de eresuri și dogme, omul a încercat să pășească pe urmele naturii, în descifrarea tainelor biogenezei.

Aminteam despre lucrările lui Alexandr Oparin, care au deschis întregii lumi științifice o nouă perspectivă asupra unui domeniu înconjurat de false prejudecăți. Conform teoriei academicianului sovietic, în evoluția vieții se pot evidenția două etape distincte: chimică și biologică.

În etapa evoluției chimice (sau prebiotice), are loc acumularea în oceanul primitiv (sau, mai exact spus, în hidrosfera primitivă) a substanțelor organice care vor constitui cărămizile viitoarelor sisteme vii. Sursa de energie a acestui proces a putut-o constitui intensa radiație din spectrul ultraviolet (care ajungea nestingherită la suprafața planetei) ca element continuu, și puternicele descărcări electrice, ca element incidental. Prezența apei era indispensabilă, căci am văzut că acest lichid, care ne pare atît de banal, are o serie de însușiri cu totul excepționale, care determină în bună parte structura și caracteristicile compușilor organici.

Apa a jucat un rol important nu numai în formarea compușilor organici, ci și în supraviețuirea lor. După apariția acestor compuși în prezența radiației ultraviolete, apa a constituit cel mai bun mijloc de protecție împotriva acelorași radiații, care de această dată amenințau cu destrămarea compușilor abia formați. Pe de altă parte, în mediul apos reacțiile oxidante erau imposibile, fapt pe care atmosfera nu-l putea împiedica dacă ar fi existat în ea o cantitate cît de mică de oxigen liber.

Apa ne apare acum ca un veritabil erou anonim al ascensiunii materiei spre viață. Arătam mai înainte că fracțiunea apei pe care am numit-o „apă biologică", cu reacție alcalină (pH= 7—10), și care este prezentă în toate sistemele vii, este de fapt cea care întreține viața în formele specifice pe care le cunoaștem astăzi. Ori, studiile de paleontologie au dus la concluzia că apa oceanului primitiv era ușor alcalină, cu pH-ul de 8 pînă la 9. Coincidența este tulburătoare, căci se deschide perspectiva unui imens ocean de „apă biologică", în care materiile organice primare au condiții optime de apariție.

În acest moment, poate apărea viața în forme stabile, de sine stătătoare. Acestor formațiuni Oparin le-a dat numele de protobionți, ele fiind rezultatul unirii, în virtutea unei structuri similare, a substanțelor organice existente în oceanul primitiv. Acestui stadiu al oceanului planetar i s-a mai spus și „supă primitivă", chiar și „supă de pui". Imaginea, oricît de spectaculoasă, ascunde un neadevăr imens, căci oceanul era cu mult mai lipsit de substanțe organice decît cea mai diluată

supă de pasăre posibilă. Cel mult, putem întrevedea posibilitatea ca în zone cu ape limpezi, puțin adînci și calde (de exemplu, în lagune), concentrația substanțelor organice să depășească cu mult media.

În aceste locuri a fost posibilă apariția protobionților, formațiuni cu relativă autonomie, în cazul cărora se poate vorbi despre un schimb de substanță și energie cu mediul înconjurător, fapt care a crescut considerabil capacitatea lor de autoconservare, și le-a permis să înglobeze noi cantități de substanțe organice. Cu toate acestea, protobionții erau încă departe de a atinge complexitatea celor mai primitive sisteme înzestrate cu viață. Ca să exemplificăm această afirmație, este suficient să arătăm că de-abia acum începe evoluția materiei vii, al cărei următor pas va fi apariția acidului dezoxiribonucleic, pentru a cărui naștere a fost necesară formarea de nucleotide fiecare la rîndul ei alcătuită din una din cele patru baze azotate (adenină, timină, guanină și citozină) și din grupe de substanțe zaharoase fosfatate.

ADN, purtătorul unei remarcabile inerții metabolice, nu face decît să se înscrie pe spirala ascendentă deschisă de substanțele biologice primitive. Am văzut că aceste substanțe se deosebesc fundamental de substanțele obținute pe cale artificială, prin aceea că rotesc planul luminii polarizate, dovadă a implicării „apei biologice" în formarea lor. Dacă în cazul substanțelor biologice primitive avem o vizualizare bi-dimensională a acestui fapt (planul luminii polarizate), în cazul substanțelor biologice această vizualizare devine tri-dimensională (dubla elice a ADN).

Am putea spune că, odată cu apariția nucleotidelor, rolul hazardului a încetat aproape cu desăvîrșire. Odată ADN format, există premisa ca informația pe care acesta o conține să fie perpetuată și replicată la infinit, proces supus numai accidental unor factori perturbatori. Pe această cale, există premisa sigură pentru apariția formelor superioare de organizare a materiei vii.

Odată teoria lui Oparin preluată de lumea științifică, au apărut încercări de a dovedi pe cale experimentală posibilitatea apariției abiogene a substanțelor caracteristice viului. Un experiment crucial a fost realizat în anul 1953 de către Stanley Miller, la data respectivă student la Universitatea din Chicago. Acesta a trecut un amestec steril de vapori de apă, metan, amoniac și hidrogen printr-un balon de sticlă în care, cu ajutorul a doi electrozi, se produceau în permanență scîntei elec-

trice de înaltă tensiune. Întregul aparat era ținut la temperatura de 80°C, iar amestecul menționat era recirculat în permanență. După 24 de ore, amestecul își schimba deja culoarea în roz, ca după o săptămînă să devină roșu închis, tulbure, vîscos.

În acest amestec cu un aspect nu prea atrăgător, Miller a găsit o serie de aminoacizi, componenți de seamă ai proteinelor (glicocol, alanină, acizii aspartic și glutamic), precum și unii compuși organici mai simpli, cum ar fi acizii uric, lactic, citric și propionic. Amestecul gazos inițial se redusese la oxid de carbon, bioxid de carbon și azot.

Astăzi, aceste reacții ar fi imposibile, datorită prezenței oxigenului liber (tocmai de aceea, experiența lui Miller s-a efectuat într-un vas închis ermetic). Asupra posibilei soarte contemporane a acestor compuși, chiar Charles Darwin a emis o interesantă cugetare, într-o obscură scrisoare de acum mai bine de un secol. „Se spune adesea că toate condițiile necesare primei produceri de substanțe vii sînt și acum prezente, și au fost întotdeauna prezente. Dar dacă ne imaginăm că într-un cuib cald, înzestrat cu tot felul de săruri de amoniu și fosforice, cu lumină, căldură și electricitate, se formează pe cale chimică o proteină care este gata să suporte modificări ulterioare mai complexe, în ziua de astăzi această materie va fi instantaneu devorată sau absorbită, ceea ce nu era cazul înainte ca ființe vii să se fi format!".

Miller a putut constata că, în experiențele sale, un rol dinamic foarte important revine acidului cianhidric, care apare în toate experiențele în care se utilizau amestecuri oxidante (cu azot liber) și surse de energie cum ar fi diferitele porțiuni ale spectrului vizibil, radiațiile ultraviolete și de energie înaltă, precum și descărcările electrice violente. În aceste condiții, s-a reușit chiar obținerea de baze azotate (adenină, guanină, citozină, timină și uracil), confirmîndu-se astfel posibilitatea apariției pe cale abiogenă a cărămizilor fundamentale ale vieții.

Experimente asemănătoare au efectuat și alți oameni de știință:

— Cyril Ponnamperuma (S.U.A.) a utilizat un amestec gazos asemănător cu cel utilizat de Miller, obținînd o gamă variată de aminoacizi. Conform teoriei sale, biomoleculele s-au format în locuri cu evaporări însemnate, unde se produc concentrări de substanțe organice (mări interioare, lagune, lacuri de deșert);

— Sidney Fox (Universitatea Miami — S.U.A.) a supus un amestec de tip Miller la o temperatură de 1.000°C, presupunînd că viața ar fi putut apare și în prezența lavei fierbinți expulzată de vulcanii planetei. Rezultatul a fost obținerea unui număr de 13 aminoacizi, care se prezintă sub formă de microsferule, care uneori se pot uni în formațiuni cu aspect de lanț;

— H. Oró (Universitatea Houston — Texas — S.U.A.) a efctuat în anul 1960 un experiment în care a utilizat acidul cianhidric, ținut timp de 24 de ore la temperatura de 90°C. Au rezultat mai mulți aminoacizi, între care adenina, unul din constituenții fundamentali ai acizilor nucleici;

— Leslie Orgel (Salk Institute, San Diego — S.U.A.) propune insolita idee a concentrării substanțelor organice prin înghețare, proces posibil datorită diferențelor de omogenitate și de punct de înghețare, existente între diferite componente;

— M. Katschalski (Weizman Institute, Rehovot — Israel) insistă asupra rolului pe care îl pot juca mineralele și catalizatorii minerali în biogeneză. Acești compuși minerali sînt mai frecvenți în rifturile continentale, în locul de joncțiune al plăcilor tectonice, precum și lîngă craterele vulcanice, unde are loc expunerea de gaze calde și depunerea de minerale.

Recent, s-au adus dovezi incontestabile că experiențele realizate în laborator se produc, chiar și în zilele noastre, în marile retorte ale naturii. Studiind cenușa vulcanului Tatia din Kamciatka, specialiștii Institutului de vulcanologie al Academiei de Științe a U.R.S.S. au pus în evidență hidrocarburi saturate și 13 aminoacizi de origine abiogenă, formate, după toate probabilitățile, în urma reacțiilor chimice stimulate de căldura degajată de vulcan. Aceste substanțe au fost cercetate amănunțit de către colectivul Institutului de Biochimie al Academiei de Științe a U.R.S.S., condus de către academicianul Alexandr Krasnovski.

Colectivul academicianului Krasnovski reușise anterior, pornind de la formaldehidă și pirol, să sintetizeze porfirine, pigmenți larg răspîndiți în lumea vie, și foarte importanți pentru apariția vieții. Porfirina cea mai importantă este clorofila, pigmentul verde al tuturor plantelor fotosintetizatoare. Deci, porfirinelor le datorăm apariția plantelor, care cu ajutorul clorofilei captează energia solară necesară transfomării apei și a bioxidului de carbon în substanțe organice.

Porfirinele nu joacă un rol esențial numai în viața plantelor. Combinațiile lor cu fierul (hemoglobina și mioglobina)

sînt indispensabile pentru buna desfășurare a proceselor de transfer energetic în organismele care respiră. Feroporfirinele joacă un rol de prim rang în desfășurarea respirației — într-un cuvînt viața, în formele sale actuale, nu ar putea exista fără porfirine.

Astfel de porfirine au fost descoperite și în cenușa vulcanică prelevată în Kamciatka. Avînd în vedere că în laboratorul academicianului Krasnovski se realizase sinteza de porfirine, faptul a constituit prilejul unei fructuoase comparații. Plasate în condiții bine determinate, porfirinele de origine abiotică emiteau o radiație, a cărei dominantă se situa în banda lungimilor mari de undă (680—685 milimicroni). În aceleași condiții, porfirinele de origine biotică emiteau o radiație în banda de 620—625 milimicroni, fapt care ne duce la concluzia că există o oarecare diferență structurală sau funcțională între cele două categorii de porfirine.

Porfirinele izolate, cu mari eforturi, din cenușa vulcanului Tatia au fost supuse unui experiment de natura celui expus mai sus; s-a constatat că emit o radiație cu dominanta în banda de 680—685 milimicroni, demonstrîndu-se în felul acesta originea lor abiogenă. Sursa cea mai probabilă a acestor compuși organici (ipoteza contaminării cenușii vulcanice cu porfirine fiind exclusă de datele experimentale) este sinteza abiogenă realizată în norul de praf și gaz pe care îl creează erupția vulcanică. Toate aceste componente intră în reacție sub acțiunea temperaturilor înalte și a descărcărilor electrice care se produc din abundență, cenușa fierbinte deținînd rolul de catalizator care fixează porfirinele.

S-ar părea, în felul acesta, că actualele noastre cunoștințe despre apariția vieții sînt destul de complete pentru a ne permite formularea de concluzii. Dar nu este așa — biochimia viitorului mari are de elucidat multe date albe din genealogia vieții, și în primul rînd să clarifice traseul evoluției sale pe o perioadă de aproape 3,5 miliarde ani.

DE LA CELULĂ LA ORGANISM

După cum afirmă biochimistul Elso Barghoorn (S.U.A.), primii protobionți erau sfere de dimensiuni efectiv microscopice, semănînd probabil cu bacteriile sferice sau în formă de cerc. Principala însușire a acestor protobionți este heterotrofia,

adică menținerea propriei structuri prin acumularea de material organic din mediul înconjurător. Această „hrănire" poate avea loc numai într-un mediu apos, sau pe o suprafață umedă, unde sînt posibile întîlnirile întîmplătoare între protobionți și materialul organic.

Cea mai veche bacterie identificată și cunoscută are o vechime cu totul remarcabilă: 3,2 miliarde ani, și a zăcut împietrită în acest interval de timp în rocile precambriene aflate acum în Africa australă, lîngă localitatea Fig Tree (R.S.A.). Are o formă rectangulară, cu lungimea de 0,75 microni și lățimea de 0,25 microni și, fiind un exemplar cu totul rarisim, i s-a dat numele de *Eobacterium isolatum*.

Microscopia electronică a pus în evidență și un perete celular, alcătuit din două straturi distincte, și a cărui grosime nu depășește 0,015 microni, dimensiune comparabilă cu grosimea peretelui bacteriilor actuale. Aceeași metodă de observație a pus în evidență filamente de material organic, lipsite de o structură vizibilă, și cu lungimea maximă de 9 microni. Chiar dacă seamănă cu rămășițe din fibre vegetale, filamentele au și ele, în mod sigur, vechimea de peste 3 miliarde de ani. Poate tocmai de aceea, ele nu au putut fi asemănate cu nici unul din tipurile cunoscute de organisme inferioare.

Cercetările efectuate asupra rocilor precambriene de la Fig. Tree au pus în evidență și fosile sferoidale, cu diametrul între 17 și 20 microni, și cu interior întunecat, cu aparență carbonizată. Dacă *Eobacterium isolatum* precede în mod clar bacteriile obișnuite, formațiunile sferoide pot fi precursoarele algelor verzi-albastre. Fiind descoperite în regiunea Munților Barberton, aceste sfere au primit numele de *Archaeosphaeroides barbertonensis*.

Fără a exagera prea mult, putem spune că cele două formațiuni arhaice sînt martorele unei crize din istoria vieții. Heterotrofia lor făcea ca, în jurul lor, concentrația de substanțe organice să scadă mereu. În situația înmulțirii intense a acestor arheoformațiuni biologice, materialul biologic primar s-ar fi împuținat considerabil, putînd duce pînă la periclitarea existenței formațiunilor heterotrofe. Aceasta, pînă cînd inițierea unui nou proces de biogeneză s-ar fi produs la scară planetară.

Ieșirea din această situație s-a făcut prin perfecționarea metabolismului celular, prin transformarea organismelor primitive din heterotrofe în autotrofe, capabile deci să-și asigure necesarul de substanță și energie din resursele, nu numai de

natură biologică, pe care le oferea mediul. Astfel de organisme monocelulare apar în rocile precambriene de la Gunflint, situate de-a lungul Lacului Superior, în provincia canadiană Ontario. În ceea ce privește vîrsta acestor sedimente, ea este dificil de estimat, datorită faptului următor: stratul granitic de sub formațiunea Gunflint are o vechime, determinată prin raportul rubidiu-stronțiu, de $2{,}36 \pm 0{,}7$ miliarde ani, în timp ce mica prezentă în straturile situate deasupra are o vechime, determinată prin metoda argon-potasiu, de $1{,}90 \pm 0{,}2$ miliarde ani.

În această situație, s-a considerat că valoarea cea mai acceptabilă pentru vîrsta formațiunii Gunflint este în jur de 2 miliarde ani, fapt care o face cu un miliard de ani mai „tînără" decît formațiunea Fig Tree. Între microfosilele din formațiunea Gunflint, o abundență deosebită o înregistrează structurile filamentoase, majoritatea cu un diametru de 0,6 pînă la 1,6 microni, dar cu lungimi atingînd cîteva sute de microni. Aceste microorganisme seamănă suficient de mult cu actualele alge verzi-albastre din genul *Oscilatoria,* iar una din formele de microorganisme filamentoase seamănă cu bacteria ferooxidantă *Crenothrix.*

Dar cele mai spectaculoase membre ale selecției de microorganisme din formațiunea Gunflint sînt sferoidele, care pun paleontologiei numeroase probleme. Un astfel de microorganism are forma unei stele, și este alcătuit din filamente așezate radial. Diametrul acestor microorganisme variază între 8 și 25 de microni, dovada unei variabilități cu totul remarcabile. Un alt microorganism, numit *Eoastrion,* nu prezintă filamente, dar ne interesează în mod deosebit, prin prisma curioaselor sale asemănări structurale cu bacteria fero- și magneziu-oxidantă numită *Metallogenium personatum.*

Dacă în cazul microformațiunilor biologice găsite în formațiunea Fig Tree este clar că existența lor putea fi întreținută numai prin heterotrofie, în cazul microorganismelor din formațiunea Gunflint verdictul este mult mai greu de dat. Analiza materialului organic găsit la Gunflint a evidențiat prezența a două hidrocarburi (pristan și fitan) care sînt în general considerate a fi produse secundare ale clorofilei. În al doilea rînd, în formațiunea Gunflint predomină microorganismele filamentoase, care seamănă mult ca aspect cu algele verzi-albastre ale zilelor noastre, și care au dat naștere la aglomerări în formă de horn sau stîlp, întocmai precum echivalentele lor contemporane. Un alt argument în favoarea existenței fotosintezei în urmă cu peste 2 miliarde de ani, este și raportul carbon 12/carbon 13 din materialul organic.

În general, carbonul existent în dioxidul de carbon atmosferic este alcătuit în proporție de 99% carbon 12 și 1% carbon 13. Prin fotosinteză, plantele acordă o preferință aproape exclusivă carbonului 12, fapt care determină prezența în proporție neglijabilă a carbonului 13 în materialul organic. Analizele efectuate au arătat că materialul organic prezent în formațiunea Gunflint prezintă aceeași concentrație de carbon 12 ca și materialul organic contemporan, fapt care dovedește în mod aproape sigur că în urmă cu 2 miliarde de ani existau organisme care utilizau fotosinteza.

Fotosinteza a prezentat o extraordinară soluție pe care natura a pus-o la dispoziția sistemelor pentru asigurarea necesarului de substanță și energie din resursele abiotice ale mediului. Pînă la fotosinteză, era larg răspîndită nutriția chimică heterotrofă, bazată în bună parte pe fermentație, conform unei reacții care ușor poate fi înțeleasă:

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\ CO_2 + 2\ C_2H_5OH + \text{energie}$$

Într-o astfel de reacție, 180 de grame de substanțe zaharoase sînt descompuse în 88 de grame de dioxid de carbon și 92 grame de alcool, în scopul eliberării unei energii de aproximativ 20.000 de calorii. Dioxidul de carbon și alcoolul sînt produse secundare, care sînt eliminate în mediu pentru a nu dăuna integrității microorganismului. După cum am mai arătat, în felul acesta există pericolul consumării întregului material biologic disponibil, ceea ce ar fi însemnat chiar sfîrșitul vieții pe Terra.

În această situație, fotosinteza era mai mult decît necesară. Desfășurată după reacția:

$$6\ CO_2 + 6\ H_2O + \text{energie} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$$

fotosinteza face ca din 264 grame de dioxid de carbon și 108 grame de apă, la care se adaugă 700.000 de calorii avînd ca sursă lumina solară, să rezulte 180 grame de zahăr și 192 grame de oxigen. În felul acesta, organismele au reușit să-și asigure necesarul de energie prin înmagazinarea ei în substanțe sintetizate din componente anorganice. Substanțele sintetizate erau utilizate în interiorul celulei tot prin fermentație, unul din produsele secundare nemaifiind alcoolul, ci acidul lactic. Pe de altă parte, fotosinteza este mult mai eficientă, asigurînd

organismului resurse energetice mult crescute, care dau posibilitatea dezvoltării complexității structurale și a funcțiilor organismelor terestre.

Ceea ce astăzi ne poate părea paradoxal, este faptul că oxigenul, care este indispensabil majorității zdrobitoare a actualelor forme de viață, era de-a dreptul otrăvitor pentru organismele precambriene. Primele organisme care au înglobat în structura lor porfirinele (clorofila) care permiteau practicarea fotosintezei erau algele verzi-albastre procariote (fără nucleu distinct). Pentru acestea, rezultatul gazos al propriului metabolism era nociv, la concentrații mari efectele oxidante determinate de prezența oxigenului putînd avea drept rezultat moartea organismului respectiv.

Viața se afla într-un punct nodal al destinului ei terestru, și putem afirma că salvarea a avut două surse foarte diferite. Prima ar fi oxidarea fierului bivalent prezent în apele oceanului planetar, și depunerea în elemente a oxidului feric, astfel format. O dovadă a acestui proces o constituie straturile sedimentare avînd o vechime mai mare de 2 miliarde de ani, și în care produșii de oxidare ai fierului sînt foarte abundenți.

A doua sursă de salvare a fost capacitatea de adaptare a microscopicelor noastre precursoare pe această planetă. Dotate cu inteligența proprie materiei vii, care o îndrumă prin selecție în alegerea variantelor de dezvoltare, aceste microorganisme au perfecționat un nou mecanism metabolic, care utilizează ca agent de reacție tocmai oxigenul, atît de nociv pînă în acel moment. Acest nou mecanism este respirația, și este de zeci de ori mai eficient decît fermentația, varianta metabolică anterioară. De exemplu, printr-o reacție de forma:

$$C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2 \rightarrow 6\,CO_2 + 6\,H_2O + \text{energie}$$

prin combustia rece a 180 grame de zahăr se obține o energie de 700.000 de calorii, cantitate care, comparată cu cele 20.000 de calorii obținute prin fermentarea aceleiași cantități de zahăr, ne oferă o imagine clară asupra avantajelor respirației ca sistem metabolic.

Odată respirația „descoperită", existența organismelor terestre a intrat într-un circuit trofic de o remarcabilă simplitate și o inedită frumusețe. Produsele secundare ale respirației (dioxidul de carbon și apa) sînt materiile prime ale procesului de fotosinteză care, la rîndul său, oferă substanțe cu o mare valoare energetică. Chiar dacă balanța materială a celor două procese nu este perfect echilibrată decît pe termen

lung (avînd în vedere imobilizările de substanțe organice în sistemele vii), relațiile materiale le putem asemui cu o „navetă" de energie solară — nu este oare curios faptul că vieții terestre i-a trebuit un miliard de ani pentru a învăța să utilizeze energia solară?

După răspîndirea tot mai largă a fotosintezei, procentul de oxigen în atmosfera terestră a crescut continuu. În urmă cu 2 miliarde de ani, acest procent era de numai 0,015 din procentul actual, ceea ce ne îndreptățește să afirmăm că prezența sa era cu totul insignifiantă. În urmă cu 1 miliard de ani, procentul de mai sus se ridica deja la 0,08, a devenit 0,1 în urmă cu 0,8 miliarde ani și a ajuns aproape de nivelul actual în urmă cu 0,4 miliarde ani. Actualul procent de oxigen în atmosferă este atins în urmă cu 0,250 miliarde ani, și putem presupune că de-abia atunci atmosfera terestră a ajuns la actuala sa compoziție, fapt pe care nu trebuie să-l scăpăm din vedere atunci cînd evaluăm procesul devenirii vieții pe Terra.

Oxigenul a avut de jucat un dublu rol în ceea ce privește modelarea mediului ambiant terestru. În primul rînd, oxigenul a oxidat componentele gazoase ale atmosferei, amoniacul fiind redus la azot, care rămîne în continuare principalul component gazos al atmosferei. În al doilea rînd, sub influența radiațiilor solare de înaltă energie, oxigenul a format în straturile superioare ale atmosferei un strat de ozon, care împiedică ucigătoarele radiații ultraviolete să atingă suprafața planetei. Astfel, pentru prima dată uscatul devine locuibil, și nu va trece mult pînă cînd el va fi invadat de viețuitoarele care s-au putut smulge din mediul marin.

Dovezi asupra evoluției vieții în perioada imediat premergătoare proceselor amintite mai sus au fost găsite în formațiunea de la Bitter Springs (Teritoriul de Nord — Australia), datînd din ultima perioadă a Precambrianului. Cu toate că vîrsta acestei formațiuni nu a putut fi cu precizie stabilită, s-a luat în considerare faptul că este acoperită de depozite sedimentare precambriene, cu o vechime de aproximativ 820 milioane ani (determinată prin metoda rubidiu-stronțiu). În această situație, cea mai convenabilă cifră care se putea propune pentru vîrsta formațiunii Bitter Springs era de 1 miliard de ani, supoziție susținută și de remarcabila bogăție a formelor de viață pe care le adăpostește.

În primul rînd, au fost descoperite alge verzi-albastre filamentoase, foarte asemănătoare cu forme actuale cum ar fi *Oscillatoria* sau *Nostoc*. Dar descoperirea cea mai importantă, și

care conferă formațiunii Bitter Springs o semnificație aparte, este punerea în evidență a primelor fosile de microorganisme eucariote — este vorba despre algele verzi, cele mai vechi organisme terestre care prezintă un nucleu, fiind, probabil, capabile și de înmulțire pe cale sexuată. Un adevărat noroc pentru paleontologie a fost descoperirea unor exemplare de algă verde numită *Glenobotrydion aenigmatis*, aflate în diferite stadii de diviziune mitotică, ceea ce constituie prima confirmare faptică a supozițiilor care se emiteau pînă acum în ceea ce privește începuturile reproducerii sexuate.

Deci, după 2 miliarde de ani de evoluție lentă, viața a dat naștere primelor organisme eucariote. Dacă acestea nu ar fi apărut, poate că aventura vieții terestre s-ar fi încheiat, iar Terra ar fi populată în continuare cu alge verzi-albastre și bacterii. Dar așa, organismele vii au intrat în posesia celei mai importante chei în realizarea evoluției spre trepte superioare de organizare: variabilitatea genetică. Prin recombinarea caracteristicilor deținute, reproducerea sexuată asigură variabilitate, care dă naștere unui număr crescut de forme complexe.

Un semn de întrebare care mai rezistă încă în fața demersului paleontologic este modul de apariție al celulelor eucariote. Aceasta, întrucît între celulele procariote și cele eucariote deosebirile sînt atît de mari, chiar fundamentale, încît este aproape de necrezut că cele din urmă să fie rezultatul evolutiv al celor dintîi. Dacă la celulele eucariote materialul genetic se află în nucleu, organizat în cromozomi și învelit de o membrană, la celulele procariote materialul genetic se află dispersat în întreaga citoplasmă, situație caracteristică, după cum am arătat, pentru algele verzi-albastre și bacterii.

Plecînd de la această constatare, întreaga biosferă terestră poate fi divizată în două mari grupe: organisme procariote și organisme eucariote. Aceasta, fiind o simplă constatare, nu poate rezolva dilema pe care am expus-o mai sus. În schimb, de rezolvare ne-ar putea apropia studierea unui fenomen contemporan, și anume simbioza între unele leguminoase și bacteriile care asimilează azotul.

Nici un organism nu poate asimila azotul în stare gazoasă, cu excepția bacteriilor amintite mai sus. Leguminoasele caută aceste bacterii cu ajutorul unor radicule subțiri, care „capturează" bacteriile și le transportă înspre rădăcină, unde sînt înglobate în citoplasma unor celule cu destinație specială, concentrate în noduli. În aceste celule, are loc, grație endosimbiozei între cei doi parteneri, sinteza unor substanțe proteice pe care, în alte condiții, planta nu o poate realiza.

Există și cazuri de simbioză cu totul aparte. Este vorba despre planta *Psychotria bacteriophila*, ale cărei semințe conțin în germene simbiontul bacterian, care este sintetizat ca o secvență aparte a informației genetice celulare, fapt care justifică denumirea de endosimbioză ereditară. Chiar dacă nu presupune înglobarea unui partener simbiotic, ereditară este și simbioza care, dintr-o algă autotrofă și o ciupercă heterotrofă, dă naștere unui lichen. Un exemplu pertinent de endosimbioză este în cazul microorganismelor *Paramecium bursaria*, a cărui culoare verde este determinată de „înghițirea" unui număr mare de alge verzi fotosintetizante. Acestea pot să mențină viața gazdei chiar în momente de lipsă de substanțe nutritive. Simbioza paramecium-algă este guvernată de legi pe care încă nu le putem pătrunde; de exemplu, numărul de alge verzi este precis stabilit, și parameciul nu va „înghiți" niciodată mai multe.

Ceea ce este de-a dreptul extraordinar, este protecția absolută pe care parameciul o asigură simbiontului, în condițiile în care consumă cu verocitate alga *Chlorella*, care este perfect asemănătoare cu alga verde care îndeplinește rolul de simbiont. Singura supoziție pe care o putem face este existența unor canale de comunicare, poate nu de natură ponderală, care să permită vehicularea informațiilor în lumea vie.

Pornind de la cele relatate mai sus, este foarte ușor a se face o paralelă cu morfologia unei celule eucariote, care nu conține numai un nucleu, ci și o serie de alte organite celulare. În celulele unei plante, de exemplu, apare un număr mare de cloroplaste, unde se desfășoară activitatea de fotosinteză. În celulele vegetale, ca și în cele animale, există mitocondriile, unde substanțele nutritive sînt oxidate pentru a produce ATP (adenozin trifosfat), agentul energetic al reacțiilor biochimice.

Mai mult decît atît, mitocondriile și plastidele (organite care contribuie la sintetizarea proteinelor) au un aparat genetic propriu. Dar, avînd în vedere că sinteza proteinelor are loc în afara acestor organite, fiind realizată de ADN din celulă, cu contribuția ribozomilor, ne putem întreba: ce rost au pentru existența celulei materialul genetic care există în plastide și mitocondrii? Desigur niciunul — dar situația de fapt ne duce la gîndul că viața organismelor eucariote a debutat ca o simbioză între o celulă mai mare și mai multe celule mai mici. Primul care a avansat o asemenea idee a fost medicul ameri-

can J. E. Wallin, care în deceniul trei susținea că mitocondriile au fost bacterii care au ajuns să trăiască în simbioză cu celule de dimensiuni mai mari.

Chiar dacă o bună perioadă de timp concluziile lui Wallin au fost luate în derîdere, studiile moderne de citologie, au arătat, fără tăgadă, că mitocondria ar avea la origine o fostă bacterie independentă, care a intrat în simbioză ereditară cu o celulă mai puternică și mai bine dezvoltată. Mai mult chiar, sînt motive serioase să se afirme că flagelii și cilii pe care le prezintă microorganismele eucariote nu ar fi de fapt decît rezultatul unei simbioze. Pornind de aici, biologul R. H. Whittaker de la Universitatea Cornell (S.U.A.) a elaborat o nouă clasificare a formelor terestre de viață. În clasificarea sa, apar cele două mari grupe pe care le-am evidențiat mai sus, și anume procariotele și eucariotele, fiecare cu un număr diferit de regnuri.

Astfel, procariotele au un singur regn, și anume *Monera*, care cuprinde bacteriile și algele verzi-albastre. Eucariotele au o organizare mai complicată, numărînd patru regnuri distincte:

— *Protista*, care cuprinde organisme monocelulare cum ar fi clorofitele, amoebele, dinoflagelatele, foraminiferele, tripanosomele, euglenele, paramecii și multe alte specii asemănătoare;

— *Plantae*, care cuprinde toate organismele care se hrănesc prin fotosinteză;

— *Fungi*, care cuprinde ciupercile, organisme care au nutriție prin absorbție, deci heterotrofă;

— *Animalia*, care cuprinde toate organismele cu nutriție ingestivă, regn divizat în numeroase încrengături între care cele mai importante sînt: moluște, artropode și cordate.

Chiar dacă la prima vedere pare un pic complicat, sistemul de clasificare propus de R. H. Whittaker pune ordine în concepția noastră asupra legăturilor filogenetice ale vieții terestre. Pentru prima dată se renunță la tradiționala divizare în 2 regnuri, vegetal și animal, și se propune o clasificare distinctă pentru formele de viață care nu se încadrau în structura propusă pentru cele 2 regnuri, dar care nici nu erau incluse într-o diviziune aparte. În altă ordine de idei, se subliniază succesiunea diferitelor forme de viață, regnul *Monera* dînd naștere regnului *Protista*, care la rîndul său dă naștere celor trei regnuri superioare: *Fungi*, *Plantae* și *Animalia*.

Operînd cu clasificarea elaborată de R. H. Whittaker putem elabora o ipoteză generală a evoluției pe baza relațiilor de

simbioză și endosimbioză ereditară. Astfel, prin înglobarea unor bacterii anaerobe de către o celulă procariotă (deci, prin unirea a două exemplare din regnul *Monera*), a apărut o formațiune amoeboidală, care prin perfecționare a devenit eucariotă, făcînd parte din regnul *Protista*. Protista și-a continuat evoluția prin atragerea unui al doilea grup de simbionți monerici, și anume bacterii filiforme, care au aderat la suprafața protistei, dînd naștere unor flageli și cili care au sporit considerabil posibilitățile de mișcare ale acesteia.

Amoeboflagelatele, care erau cîndva considerate punctul de pornire al tuturor viețuitoarelor, au dus, fără a forma noi simbioze, la apariția regnurilor *Fungi* și *Animalia*. Cînd aceleași amoeboflagelate au înglobat din nou un reprezentant al regnului *Monera*, de data aceasta alge verzi-albastre care devin plastide, apare pe scoarța terestră regnul *Plantae*, organisme autotrofe capabile de fotosinteză. O amoeboflagelată din cele amintite mai sus se află încă în viață; ea se numește *Myxotricha paradoxa*, trăiește ca simbiont în tubul digestiv al termitelor australiene și este la rîndul său gazdă pentru alți trei simbionți: bacterii anaerobe (în interior), bacterii aerobe (la exterior), precum și bacterii spirochete, care joacă rolul de flageli.

Aceste procese, de formare de simbioze ereditare, au durat o perioadă foarte întinsă, de peste 1 miliard de ani. La încheierea lor, viața este gata să pornească marele asalt al uscatului, și termenul de „asalt" nu este nepotrivit, căci odată cu începuturile Cambrianului viața cunoaște o dezvoltare explozivă, exponențială în forme și în număr.

VIAȚA VENITĂ DIN COSMOS

Chiar dacă tabloul evoluției materiei vii, pe care l-am schițat mai sus, pare corect și pe deplin credibil, există savanți care consideră că Terra nu a întrunit condițiile necesare apariției vieții pe cale abiogenă. Bazîndu-se pe descoperirea în norii de praf interstelar a unor substanțe de tranziție spre materia vie, ei susțin că germenii vieții pot apare și în spațiul cosmic, de unde, prin diferite mijloace, pot ajunge pe suprafața Terrei, dînd naștere vieții.

Într-un capitol anterior, am avut posibilitatea de a trece în revistă interesanta ipoteză a radiopanspermiei, elaborată la începutul secolului nostru de chimistul suedez Svänte August

Arrhenius. Mult mai recent, astrofizicianul Fred Hoyle și matematicianul Chandra Wickramasinghe au prezentat o teorie în bună parte asemănătoare radiopanspermiei lui Arrhenius, dar care înglobează o serie de date importante pe care le oferă astrofizica contemporană. În 1962, cei doi savanți au formulat teoria „spațiului viu", inspirată de studierea norilor de praf interstelar.

Pînă la studiile lui Fred Hoyle, se considera că acești nori ar fi formați, cu precădere, din particule de gheață. Ipoteza aceasta nu era însă confirmată de absorbția pe care acești nori o realizau în anumite lungimi de undă ale spectrului luminii emisă de stele, mai precis în lungimile de undă care depășesc 0,3 microni. Această absorbție s-ar fi putut datora și prezenței în norul de praf a unor particule de grafit cu un diametru mai mic de 0,05 microni. Pe de altă parte, Hoyle a emis și ipoteza că în norii de praf interstelar s-ar afla o bună parte a azotului și oxigenului existent în Univers, iar în anul 1975 a presupus formarea în acești nori a formaldehidei, care nu la mult timp după aceea a fost pusă în evidență prin radioastronomie.

În concluzie, Hoyle și colaboratorul său afirmă că în spațiul interstelar există o veritabilă „uzină" prebiotică, care dă naștere multor componenți necesari apariției vieții. Afirmația nu este lipsită de temei, căci prin utilizarea spectroscopiei a fost pusă în evidență existența în spațiul interstelar a peste 35 de astfel de compuși. De pe această bază, Hoyle continuă șirul ipotezelor, afirmînd că la scară cosmică se pot forma un număr de substanțe prebiotice, chiar și microorganismele vii. După calculele lui Hoyle și Wickramasinghe, ar fi destul 100 de milioane de ani pentru ca întreaga cantitate de carbon, oxigen și azot din mediul interstelar să fie convertită în substanțe oganice.

Această conversie ar fi mult accelerată în zonele unde se formează noi stele. În sectoarele exterioare ale norilor protostelari, energia degajată de stelele aflate în primele faze ale existenței dă naștere substanțelor organice, care în felul acesta ar lua naștere odată cu formarea sistemului stelar. Aceste substanțe organice s-ar concentra pe suprafața diferitelor corpuri planetare, precum și în comete, membri rătăcitori ai familiei stelare.

Potrivit afirmației celor doi savanți, cometele ar putea întruni condițiile necesare apariției primelor microorganisme. Procesul este destul de complex, și ar avea desfășurarea următoare: la periheliu, radiația solară duce la creșterea temperaturii cometei pînă la 27°C, fapt care ar antrena volatilizarea unor substanțe din nucleu și concentrarea compușilor organici. La afeliu, cînd temperatura scade pînă la —173°C, se produce o selecție drastică a acestor compuși organici, rezistînd doar o mică parte din ei. Radiația solară poate determina unirea acestor compuși în formațiuni complexe, capabile să dea naștere vieții.

În momentul apropierii de Soare, radiația solară crescută determină volatilizarea unor importante cantități de substanță din nucleul cometei, care în felul acesta capătă „coada", care a înspăimîntat de-a lungul istoriei pe mulți pămînteni bigoți. În coadă se amestecă și compușii prebiotici formați pe cometă, iar atunci cînd coada cometei era traversată de vreo planetă, aceasta era infestată cu acești compuși.

O astfel de soartă ar fi putut avea și Terra. Însămînțată în urmă cu peste 3 miliarde de ani, ea a oferit condiții propice pentru existența și evoluția acestora. Beneficiind de trecerile succesive ale „navetelor vieții", microorganismele terestre au căpătat noi gene, îmbogățindu-și zestrea genetică, fapt de natură a asigura vieții noi șanse de reușită pe Terra.

Teoria lui Fred Hoyle și Chandra Wickramasinghe are prea puține puncte comune cu teoriile expuse ceva mai înainte, mai ales că mută întregul proces al biogenezei de pe suprafața Terrei în spațiul cosmic. Dar nu vom zăbovi asupra ei, și vom prezenta cea mai extraordinară teorie asupra originii vieții terestre. Este vorba despre teoria panspermiei dirijate, formulată de savantul american Francis Crick în colaborare cu Leslie Orgel.

Numele lui Francis Crick am mai avut ocazia să-l amintim atunci cînd am trecut în revistă structura materială a informației genetice celulare. Tocmai precisa cunoaștere a structurii ADN și ARN (fapt care i-a adus și un meritat premiu Nobel) îl determină pe Francis Crick să se îndoiască de posibilitatea apariției în condiții terestre a unor astfel de sisteme de mare precizie. Desigur, Crick nu poate nega rezultatele pozitive ale tuturor savanților care au obținut un mare număr de substanțe organice, simulînd condițiile Terrei primitive. Dar el afirmă că în uriașa masă amorfă a materiei organice — care era prezentă în oceanul primitiv — este dificil de conceput apariția unui sistem atît de complex, cum este ADN sau ARN. Mai mult decît atît, este greu de imaginat cum a demarat procesul de replicare, și aproape imposibil de explicat cum acest

proces s-a cuplat cu o formă primitivă de sintetizare a proteinelor.

În concluzie, apariția vieții este pentru moment asociată cu o secvență de evenimente a cărei probabilitate ne este imposibil să o determinăm. Presupunînd că pe suprafața Terrei au existat 100.000 de locuri propice apariției vieții, și că apariția de substanțe organice a necesitat scurgerea unei perioade de 1.000 de ani, nu este deloc exagerat să acordăm vieții o șansă într-un miliard într-unul din acele locuri propice. Dar, luînd în considerare faptul că au existat 100.000 de amplasamente favorabile, și că faza evoluției abiogene a durat pe Terra minimum 500 miloane ani, posibilitatea apariției vieții este aproape de certitudine. Această certitudine se diminuează însă considerabil dacă considerăm că viața are numai o șansă într-un miliard de miliarde, sau o mie de milioane de miliarde.

Dar toate acestea nu sînt, în ultimă instanță, decît jocuri matematice fără acoperire în fapte reale. Căci, într-un miliard de miliarde de încercări, este imposibil ca viața să nu apară măcar o dată — și, după cum am susținut mai înainte, viața este un fenomen cu caracteristici aparte, căruia îi este suficientă și o șansă, cît de mică, pentru a apare. Odată apărută, într-un mediu prielnic, viața își perpetuează existența, sfidînd toate calculele posibile pe care le poate concepe mintea noastră.

În altă ordine de idei, Francis Crick este intrigat de uluitoarea uniformitate genetică a viețuitoarelor terestre care, indiferent de nivelul de evoluție și de complexitate, prezintă aceeași structură dublu-elicoidală, rotită spre dreapta, a ADN. Eminentul savant american nu este primul care se miră de această ciudată preferință a structurilor vieții, de a se prezenta în forme cu rotație dextrogiră, fenomen constatat chiar și la nivelul aminoacizilor, care sînt optic activi, rotind spre dreapta planul luminii polarizate.

Cu promisiunea că vom reveni asupra acestui punct, să notăm părerea lui Francis Crick, care vede în această uniformitate genetică un semn al originii extraterestre a vieții de pe planeta noastră. Dar aceasta nu ar însemna, ca în teoria lui Hoyle-Wickramasinghe că Terra ar fi fost însămînțată cu germeni vitali de proveniență cosmică, ci ar fi un indiciu al existenței, în vremuri de mult apuse, a unor civilizații tehnologic avansate în alte zone ale Universului.

Să presupunem, ne îndeamnă Crick, că Universul ar avea vechimea de 10 miliarde de ani (ceea ce, să recunoaștem, este o estimare foarte modestă). În timp de un miliard de ani, materia are timp destul să se organizeze în galaxii, sisteme stelare și planete. Pe anumite planete, unde sînt întrunite condiții favorabile apariției și dezvoltării vieții, aceasta nu întîrzie să apară, și va evolua cu siguranță spre forme superioare, apărînd după un interval de, să presupunem, 4 miliarde de ani și ființe înzestrate cu rațiune, capabile să creeze o civilizație avansată. În felul acesta, este pe deplin posibil să fi existat deja în Univers civilizații avansate în momentul în care nebuloasa protostelară care a dat naștere sistemului nostru solar de-abia se năștea . . .

O astfel de civilizație, chiar dacă nu era cu mult mai avansată decît cea terestră, putea să dețină informații întinse despre Univers (să ne gîndim numai la stadiul previzibil al cunoștințelor civilizației noastre peste 1.000 de ani). În aceste informații se includeau date precise asupra poziției planetei respective în propriul sistem solar, în Galaxie și în Univers, precum și asupra posibilităților de a întîlni viață pe vreuna din planetele apropiate. Poate că civilizația respectivă descoperise că există multe planete care pot găzdui viața, dar pe suprafața cărora viața nu putea apare, din diferite cauze care astăzi ar fi greu de precizat, fapt care i-ar fi inspirat convingerea că este unică în Univers.

În altă ordine de idei, putem presupune că civilizația respectivă era condamnată. Nu neapărat de pericole nucleare, ecologice sau genetice, ci de pericolul epuizării materialului nuclear conținut de steaua care furniza energie civilizației respective, sau de pericole rezultate din anumite instabilități proprii sistemului planetar respectiv. În aceste condiții, singura soluție putea fi colonizarea unor planete, dintre cele care ofereau condiții propice de supraviețuire. Dar — să mai adăugăm o condiție — poate că civilizația respectivă nu deținea mijloacele tehnice necesare unei strămutări de asemenea amploare, sau planetele locuibile erau situate la o asemenea distanță încît făceau imposibilă orice călătorie încununată de succes.

Dacă perspectiva unei călătorii spațiale de amploare era prea îndepărtată pentru civilizația respectivă, exista poate posibilitatea trimiterii unor nave cosmice avînd ca și „chiriași" ființe de mici dimensiuni, de exemplu șoareci, care odată ajunși într-un mediu prielnic să se poată reproduce și evolua. Din păcate, chiar și trimiterea unor ființe de talia șoarecilor, pe o navă cosmică, ridică aproape la fel de multe probleme ca și trimiterea unor ființe mult mai mari, de dimensiunile omului. Să nu uităm că păstrarea în viață a unei colonii spațiale

itinerante de animale mărunte ridică o serie de probleme inerente: asigurarea hranei, eliminarea dejecțiilor, recircularea amestecului de gaze respirabile, și multe alte probleme mărunte, dar care, fiecare în parte, putînd condiționa reușita misiunii.

În aceste condiții, pentru reușita unei astfel de acțiuni este necesară alegerea de călători care să nu fie pretențioși în ceea ce privește condițiile de călătorie, care să suporte fără necazuri debarcarea de pe nava spațială, și care să se poată adapta cu ușurință unor condiții presupus vitrege de pe planeta aleasă. Acești călători nu puteau fi decît microorganismele, marea lor rezistență și prolificitate recomandîndu-le drept coloniști ideali în nobila misiune de a da naștere vieții în locuri îndepărtate.

Între acestea, bine înzestrate se arată a fi algele verzi-albastre, care pot, pe bună dreptate, să ne pară ființe misterioase. În primul rînd, trebuie să menționăm relativa lor independență față de condițiile de mediu, ele reușind cu ajutorul energiei solare să sintetizeze aproape toate substanțele necesare, și în primul rînd carbonul și azotul. Dar aceste prodigioase microorganisme pot trăi și în întuneric complet, reușind chiar și în aceste condiții sintetizarea substanțelor indispensabile. În al doilea rînd, aceste alge pot trăi în medii din cele mai variate, fiind de găsit nu numai în mări și oceane, dar și în apele curgătoare, în izvoarele fierbinți și în deșerturi, ascunse în adînciturile de pe suprafața pietrelor.

Într-adevăr, algele verzi-albastre sînt posesoarele unei rezistențe ieșite din comun, ele rezistînd de pildă într-un balon de sticlă închis ermetic timp de 16 ani, demonstrînd că își pot perpetua existența și în medii total lipsite de oxigen. Alte microorganisme, păstrate în condiții similare, au pierit foarte repede, singurele care au dovedit o rezistență mai mare fiind unele specii de bacterii, care au trăit timp de 12 ani. Dar algele verzi-albastre au dovedit că desfid orice concurență în ceea ce privește adaptarea la condiții vitrege de soartă. Ele au fost găsite în stare foarte bună în peșterile din Nevada (S.U.A.), unde au avut loc experiențe nucleare, sau chiar în inima reactoarelor atomice. În aceste condiții, pare a fi o joacă de copii „înghețarea" lor, trimiterea cu o navă cosmică pe cărările de lumină ale Universului, revitalizarea lor la locul de destinație și popularea planetei alese cu aceste alge. Chiar dacă milioane de alge ocupă doar cîțiva centimetri cubi, la destinație nu este absolut necesar să reînvie toate exemplarele coloniei interplanetare — este destul o singură algă, un singur exemplar, care prin diviziuni succesive poate umple de viață un întreg ocean.

Lui Francis Crick i se pare că, în aceste circumstanțe, nici nu trebuiesc făcute eforturi deosebite pentru a demonstra originea extraterestră a algelor verzi-albastre. Mai mult decît atît, demonstrația ar putea merge pe două linii diferite: în primul rînd, carcteristicile lor aparte le fac să fie deosebite de restul viețuitoarelor terestre, care ar putea fi rezultatul evoluției algelor în forme adaptate condițiilor de mediu terestru. În altă ordine de idei, perfecta lor adaptare la condițiile unei călătorii cosmice, oricît ar fi ea de grea, ne pot determina să credem că numai ele ar fi putut fi alese pentru dificila misiune de însămînțare a vieții pe alte planete.

În realizarea propriu-zisă a unei astfel de misiuni, algele verzi-albastre prezintă și avantajul imunității la accelerații gravitaționale mari, fapt pentru care călătoria ar fi putut avea loc și la viteze apropiate de cea a luminii, cu accelerări și decelerări puternice. Realizarea unui astfel de regim de călătorie este de foarte mare importanță, căci sistemele automate ale navei cosmice pot evalua dacă condițiile de pe o anumită planetă sînt favorabile vieții numai cu puțin timp înainte de intersectarea orbitei planetei respective.

După oprirea navei cosmice în preajma planetei alese, sistemele automate de la bord asigură „livrarea" prețioasei încărcături, divizată în pachete mici care sînt răspîndite pe suprafața planetei, în locuri diferite, cu scopul asigurării unei reușite depline a experienței. Aceste pachete ar fi realizate din materiale termorezistente, termoizolante și cu mare rezistență la șocuri. În plus, aceste materiale trebuie să se dizolve în mediul acvatic, pentru a pune în libertate mesagerii vieții.

Succesul unei astfel de misiuni, excluzînd riscurile legate de starea echipamentelor științifice sau de întîlniri întîmplătoare cu meteoriți sau comete, pare a fi asigurat. O navă spațială aflată la nivelul de complexitate pe care începem acum să-l stăpînim ar putea purta cu succes prin spațiile interstelare o sarcină utilă de aproximativ 100 kg, ceea ce ar însemna 10^{16} pînă la 10^{17} exemplare de microorganisme. Dacă în calea misiunii de colonizare apare o planetă sterilă, în condiții satisfăcătoare de mediu, iar nava cosmică nu și-a pierdut nici una din funcțiile esențiale, atunci succesul misiunii este asigurat.

Francis Crick nu omite să trateze, în teoria sa, și unele aspecte morale și etice ale panspermiei dirijate. Primul aspect este oportunitatea unei astfel de acțiuni, care în plan prag-

matic nu ar putea fi, totuși, justificată decît prin dorința pregătirii unor planete locuibile ca refugiu în caz de catastrofă. Oricît de puternică ar fi această motivație, să nu uităm că soarta întregii misiuni este încredințată unor sisteme automate, care nu pot să întreprindă mai mult decît să caute o planetă potrivită și să-și debarce încărcătura, și care pot în felul acesta să cauzeze prejudicii ireparabile formelor de viață existente pe planeta respectivă.

Riscul este nu numai de natură tehnică, dar și de natură etică: avem oare dreptul să intervenim cu o asemenea brutalitate în evoluția vieții pe un alt corp planetar, răpind astfel unor forme originale de viață orice posibilitate de evoluție și dezvoltare? Omenirea a început să trimită mesageri cosmici și în afara sistemului solar, mesageri care pot găzdui, ca pasageri clandestini, și unele microorganisme terestre. În felul acesta, ar exista pericolul unei infectări involuntare a corpurilor planetare care se presupune că ar capta, odată și-odată, nava cosmică terestră.

Din fericire, navele neavînd sisteme speciale de asigurare a supraviețuirii microorganismelor, acestea nu rezistă unei călătorii cosmice atît de grele. Însă, revenind la aspectul etic al problemei, sîntem siguri că atunci cînd omenirea se va pregăti să pună la punct o panspermie dirijată, vor fi destule glasuri care vor insista să se calculeze implicațiile globale ale unei astfel de acțiuni. Poate atunci, omul va evita greșala pe care a comis-o în ultimele sute de ani, ignorînd pe propria planetă implicațiile pe care chiar acțiunile sale le pot avea asupra mediului și a celorlalte viețuitoare.

Ajunși aici, nu putem decît să admirăm modul complet, și totodată, responsabil, în care eminentul savant american abordează o problemă de o asemenea amploare. Cu toate acestea, demersul său nu ne pare a fi în întregime întemeiat, o bună parte din nedumeririle sale putînd fi explicate fără a recurge la simplificarea unor factori de natură extraterestră. De exemplu, structura dublu-elicoidală a acizilor nucleici poate fi pusă pe seama proprietăților apei, lichid de maximă importanță pentru sistemele vii. Am avut anterior oportunitatea de a aborda mai pe larg această problemă, de aceea nu vom adăuga decît că întrebării retorice a lui Francis Crick (de ce nu se reușește sinteza unor microorganisme din substanțele organice prin sinteză?) i se poate răspunde că aceasta depinde foarte mult de felul de apă utilizat în experimente. Din păcate, în aceste experimente se utilizează apă degradată, neutrală, aflată la punctul median al extremelor biologice, trecută prin reacții chimice, cîmpuri electrice și magnetice, sau păstrată în rezervoare unde își pierde însușirile vitale.

VIAȚA — FENOMEN GLOBAL

Criteriile de analiză a stării unui sistem viu sînt atît de eterogene, încît de multe ori singurul lor punct comun este numai obiectul de studiu: diferitele nivele de structurare a materiei vii. Beneficiară a acestor criterii, biologia a încetat de mult de a mai fi o știință descriptivă, în lumina actualelor sale cunoștințe fiecare individ, ca unitate de bază a organizării materiei vii, fiind privit ca o unitate embriologică, anatomică, fiziologică, temporală și informațională distinctă.

Orice organism reprezintă o entitate embriologică, în virtutea apariției sale dintr-un singur germen inițial, indiferent de forma de înmulțire specifică speciei respective. În cazul organismelor monocelulare, replicarea are loc prin divizarea materialului genetic originar, urmată de sintetizarea lanțului genetic corespondent din materia organică disponibilă. În cazul organismelor evoluate, o nouă ființă apare prin dezvoltarea unui ou rezultat din unirea materialului genetic furnizat de cei doi genitori, înmulțirea sexuată fiind astfel principala cale de apariție a unor variațiuni individuale utile în procesul evoluției. În sfîrșit, unitatea embrionară a fiecărui individ este pusă în evidență și de faptul că în fiecare embrion se află codificat întregul program viitor de evoluție a organismului respectiv.

Unitatea anatomică a unui organism este dată de extinderea sa spațială și de modul specific de structurare a materiei tisulare în spațiul respectiv. În ultimă instanță, această organizare specifică este mai importantă decît dimensiunea spațială, întrucît în cadrul unei specii pot exista variații de gabarit de $\pm$ 20%, datorate în exclusivitate acțiunii factorilor interni. Unitatea anatomică a unui organism se realizează cu respectarea unor relații precise între diversele părți componente. În cazul mamutului, de exemplu, greutatea neproductivă reprezentată de schelet și colți atinge pînă la 25% din greutatea totală, fiind nevoie de 1.500 kg de oase pentru a susține și deplasa 6.000 kg.

În mediul acvatic, unde greutățile sînt considerabil micșorate, gigantismul este ușor de realizat. În oceanele globului terestru trăiește cel mai impunător animal, și anume *Balaenoptera musculus*, uriașa balenă albastră, care atinge lungimea de 33 metri și greutatea de 130 de tone. Datorită traiului în mediul acvatic, un astfel de uriaș nu cheltuiește energie pentru învingerea greutății, ci numai pentru învingerea rezistenței apei și realizarea motricității generale.

În cazul acestor viețuitoare uriașe, principala limitare a dimensiunii este determinată de particularitățile transmisiei influxului nervos. În cazul mamiferelor masive, viteza de transmitere a influxului nervos este de 80 m/s, ceea ce înseamnă că influxul nervos poate ajunge de la o extremitate la alta a balenei albastre în aproximativ 0,4 s. Dacă ținem cont că la fiecare sinapsă se mai pierde aproximativ 0,05 s, și considerînd că sinapsele se află la o distanță de 1 m între ele, putem admite că parcurgerea sinapselor mai „răpește" influxului nervos încă 1,5 s. În total, aproape 2 s, necesare pentru a parcurge numai un sens al traiectului nervos. Transmiterea spre sistemul nervos central a unui stimul recepționat în regiunea cozii, prelucrarea informației și transmiterea instrucțiunii către organele efectoare poate dura pînă la 5 s, durată incompatibilă cu necesitatea asigurării securității organismului.

Tocmai pentru a asigura maximum de promptitudine în recepționarea și prelucrarea stimulilor realizați de factorii de mediu se observă în filumul vieții terestre tendința de extindere a simetriei bilaterale, caracterizată între altele prin specializarea părții anterioare a corpului în recepționarea semnalelor primite din mediu, precum și în elaborarea de răspunsuri la aceste semnale. În perspectivă filogenetică, întîlnim la început o formă radiară, specifică animalelor inferioare (celenterate și echinoderme), și care face necesară o mare risipă de organe de simț, amplasate pe întreaga suprafață a corpului. Tocmai pentru acest motiv speciile cu organizare radiară reprezintă de-abia 1% din totalul speciilor animale existente în prezent.

La speciile cu simetrie bilaterală, se realizează o mare economie de senzori specifici fiecărui simț. La speciile superioare, tendința de concentrare a organelor de simț în extremitatea anterioară a corpului a determinat procesul de cefalizare (apariția capului), care va fi ales drept sediu al sistemului nervos central (proces care poartă numele de cerebralizare). Legăturile dintre receptori și materia cerebrală sînt scurte, fapt care scade considerabil timpul necesar producerii reflexelor nervoase. Iar cînd și gura ajunge să fie plasată în apropierea organelor de simț și a sistemului nervos central, putem avea certitudinea că respectivul animal deține toate însușirile necesare adaptării la mediu și procurării hranei.

Un sistem viu care posedă organe de simț perfecționate, posibilități motrice și vegetative dezvoltate, este un fenomen complex, pentru care se pune cu maximă acuitate coordonarea tuturor părților constituente, realizarea în fapt a ceea ce am numit unitatea fiziologică.

Coordonarea componentelor organismului și asigurarea stabilității mediului său intern sînt elemente conjugate de maximă importanță în perpetuarea existenței sistemului viu. Pentru aceasta, organismele au la dispoziție două mecanisme distincte: hormonal și cerebral. Prezentîndu-se ca o conexiune inversă directă (mediu intern — glandă endocrină — mediu intern), mecanismul hormonal oferă răspunsuri adecvate modificărilor compoziției chimice sau însușirilor fizice ale mediului intern. Pentru a exemplifica, este suficient să arătăm că în baza acestui mecanism are loc reglarea secreției de insulină, hormon anabolizant produs de pancreas, și singurul care facilitează intrarea în celule a glucozei, aminoacizilor și lipidelor. Prin efctul său hipoglicemiant, insulina realizează stabilitatea nivelului constant al glicemiei sanguine, fapt de maximă importanță pentru asigurarea funcționării corecte a celulelor organismului și în primul rînd a celulelor nervoase.

Prin participarea sistemului nervos central se realizează mecanisme de răspuns la stimuli din mediul intern sau extern, mecanisme de natura conexiunii inverse directe (mediu extern sau intern — sistem nervos central — glandă endocrină — mediu). Comenzile pe care sistemul nervos central le dă ca răspuns la stimulii din mediu ajung la sistemul endocrin fie direct (pe cale nervoasă) fie mediat (prin intermediul neurohormonilor fabricați de către hipotalamus), și provoacă o reacție de restabilire a echilibrului complex al mediului intern, sau al echilibrului binar mediu intern — mediu extern.

Viul și particulele sale — organismele vii — există la limita a două tendințe diametral opuse: secluziunea (separarea de mediu a structurilor materiale specifice viului, și crearea unui mediu intern favorabil perpetuării structurilor respective) și integrarea (privită ca abilitatea de adaptare la mediu, de evoluție în conformitate cu transformările acestuia). Cele două stări extreme corespunzătoare sînt la fel de imposibile: pe de-o parte, secluziunea extremă ar însemna izolarea

completă a organismului de mediu, odată cu scăderea entropiei interne pînă la zero. Pe de altă parte, integrarea împinsă la extrem ar însemna dezagregarea sistemului respectiv, entropia sistemului crescînd spre o valoare aproape de infinit.

Mecanismele de reglare amintite mai sus acționează toate în direcția menținerii la parametri optimi a tuturor funcțiilor organismului. Constatarea existenței acestor mecanisme nu este de dată recentă, ea aparținînd marelui fiziolog francez Claude Bernard, care în perioada 1850—1875 și-a aplecat atenția asupra mecanismelor de reglare a mediului intern (organic) al organismelor, arătînd ce importanță esențială are menținerea la valori constante a mediului intern al organismului în procesul de integrare a organismelor la mediu. Dar, chiar dacă bazele acestui studiu au fost puse odată cu cele ale studiului adaptării și evoluției, de-abia în secolul nostru s-au obținut rezultate notabile, care au permis să se individualizeze o nouă materie de analiză a științelor biologice: homeostazia (gr. homaios = asemenea și stasis = stare).

În unele lucrări de specialitate mai este încă încetățenită ideea că homeostazia sistemelor vii ar fi strîns legată de evoluție, decurgînd din aceasta. Afirmația poate fi pe deplin adevărată, dar numai în sisteme fără istoric, a căror homeostazie poate fi influențată în orice direcție. În cazul unui sistem viu, oricît ar fi el de complex, care se află deja într-o stare homeostatică, necesitatea adaptativă și, mai departe, evoluția, sînt rezultate directe ale conflictului dintre mediul intern homeostatat și mediul extern. Primul pas istoric al homeostaziei a fost perpetuarea existenței, într-o picătură de apă, a acidului dezoxiribonucleic, depozitarul și creatorul de viață. Homeostazia a precedat, deci, evoluția — căci existența unui sistem viu a fost condiționată de nealterabilitatea elementelor care au intrat în componența sa și, mai departe, constanța raporturilor stabilite între componente a condiționat succesul organismului în competiția cu factorii de mediu.

Într-un fel, homeostazia se află în contradicție cu evoluția, care nu este altceva decît căutarea unei noi stări homeostatice, care să răspundă mai bine unor factori de mediu aflați în schimbare. Evoluția, privită în această lumină, nu este decît o trecere de la o stare homeostatică la alta, cu respectarea stării homeostatice fundamentale a organismului respectiv, stare legată de integralitatea sistemului respectiv, de existența sa, în forme materiale specifice.

Maximizînd importanța pe care o acordăm homeostaziei în întregul proces de devenire a vieții pe planeta noastră, am putea chiar afirma că viața constituie forma homeostatată de existență a materiei. După părerea noastră, aici am putea stabili o demarcație între sistemele vii (care-și mențin nealterate integralitatea și funcționalitatea, indiferent de modul în care factorii externi acționează între anumite limite) și sistemele nevii (a căror stare se modifică progresiv, în paralel cu modificarea factorilor de influență în mediu).

Exemplificarea acestei realități este ușor de făcut. Să luăm în considerare, de exemplu, homeostazia termică, care este în parte cel mai bun exemplu, avînd în vedere că temperatura este factorul de mediu cel mai instabil, aflat în permanentă modificare, și care tinde în felul acesta să deregleze echilibrul funcțional al organismelor. Desigur, organismele și-au dezvoltat sistemele corespunzătoare de protecție împotriva variațiilor de temperatură, sisteme a căror acțiune duce în final la stabilirea temperaturii interne la valoarea propice desfășurării proceselor vitale.

În funcție de complexitatea acestor sisteme, animalele sînt împărțite în două categorii: poikiloterme (a căror temperatură corporală, în mod diferit la diverse specii, variază între anumite limite în funcție de temperatura mediului extern) și homeoterme (care au temperatura corpului relativ constantă, puțin dependentă de temperatura ambiantă). Este foarte bine cunoscut că temperatura medie a organismului uman este considerată a fi de 37°C. Se cunosc numeroase cazuri care au demonstrat că, indiferent de temperatura mediului ambiant (—45°C sau +60°C), temperatura organismului uman s-a păstrat în jurul valorii mai sus amintite, fapt confirmat de exploratorii deșerturilor de gheață și de nisip.

Comparînd un astfel de fenomen cu comportarea unui obiect inanimat vom vedea că acesta urmează fidel variațiile de temperatură ale mediului, ajungînd în scurt timp să se afle la temperatura acestuia, fiindu-i imposibil a se mai putea întoarce la starea inițială fără o variație a temperaturii.

Toate procesele rezultate din năzuința materiei vii de automenținere în forme precise, au o dublă determinare: materială și temporală. Privind complexul fenomen pe care-l reprezintă viața „sub specie aeternitas", vom putea descrie o structură materială, în care se îmbină strîns cele două forme de existență ale materiei: ponderală și radiantă. Dar pentru a putea privi viața „sub specie evolutionnis", în procesul de

perpetuă mișcare și transformare care o caracterizează, trebuie să operăm cu acea dimensiune a materiei care dă cadență și profunzime tuturor proceselor care au loc în Univers: timpul.

Timpul este cea mai frumoasă ficțiune născută din mintea omenească. Poate termenul de ficțiune nu este cel mai potrivit, dar el exprimă cu maximă pregnanță faptul că timpul nu există de sine stătător, nici nu este cuprins în structura fenomenelor fizice sau chimice care se petrec în imensele retorte ale Universului, el fiind un rezultat al experienței umane, o concluzie izvorîtă din constatarea secvențialității și repetitivității fenomenelor naturale. Într-o exprimare plină de plasticitate, Sfîntul Augustin spunea: „Ceea ce măsor cînd măsor timpul, este de fapt senzația mea". Această afirmație scoate în evidență dimensiunea psihologică a timpului, fapt susținut cu tărie și de filozoful francez Henri Bergson.

În filogenia noțiunii de timp, prima etapă a fost constatarea existenței unei durate precise a oricărui fenomen natural, și stabilirea unor unități de măsură rezultate din urmărirea unor fenomene ciclice, în primul rînd de natură astronomică. Ca și multe alte noțiuni create de intelectul uman, și timpul a fost supus unui proces de generalizare extensivă, rezultînd o scală al cărei punct inițial coincide cu prima clipită de existență a Universului, și care se extinde pînă la un punct viitor greu de definit, și pe care din obișnuință (cîteodată din comoditate) îl plasăm la infinit. Pe această scală, beneficiară a unui sistem unitar de metode de cuantificare, toate fenomenele au, pe lîngă un început și un sfîrșit absolut, și un început și un sfîrșit relativ.

Dacă avem intenția de a descrie cît mai exact aventura vieții pe Terra, va trebui să recurgem la unitățile relative, în vederea stabilirii succesiunii corecte a evenimentelor. Dacă dorim să înțelegem viața în sine, dincolo de aspectul său repetitiv, situîndu-o numai între jaloanele apariției și ale trecerii în neființă, scala temporală capătă un rol accesoriu, în unele aspecte neesențiale. Istoricul fiecărui organism începe cu ieșirea din apele marelui fluviu al timpului, după care întreaga sa viață se desfășoară pe un drum care merge paralel cu fluviul. Drumul nu este perfect plan — el are urcușuri și coborîșuri, are sectoare accidentate sau alunecoase, pe care organismul le parcurge cu o viteză mai mare sau mai mică, în funcție de posibilități și împrejurări.

Alături, uriașul fluviu curge constant, cu o viteză niciodată schimbată. După ce a străbătut întreaga sa traiectorie terestră, organismul reintră în fluviu, topindu-se în impunătoarele sale valuri. Între cele două puncte extreme, am văzut că viteza fluviului temporal și viteza organismului au coincis foarte rar, și nu greșim dacă afirmăm că timpul biologic nu este, și nu poate fi, egal cu timpul fizic. În timpul existenței sale independente, organismul își desfășoară activitatea pe baza unor procese ciclice, a căror succesiune și combinare îi asigură perpetuarea. Ciclicitatea amintită nu este însă imuabilă, ea suferă modificări importante în funcție de starea fiziologică a organismului respectiv (la bătrînețe ciclurile vitale sînt mult mai lente decît în perioada efervescentă — tinerețea). La fel, există deosebiri evidente și între indivizi absolut asemănători din punct de vedere anatomic, la unii procesele vitale desfășurîndu-se mai lent decît la omologii lor.

În această situație, timpul biologic (absolut) este același în cele două cazuri, căci în cele două organisme au avut loc același număr de procese vitale, cantitățile de energie și substanță luate din mediu fiind sensibil egale. Dar timpul fizic (relativ) este în mod evident diferit, organismul în care procesele vitale se desfășoară mai lent avînd un drum mai lung de străbătut în paralel cu fluviul timpului. Tocmai de aceea, avem totuși dreptul să ne întrebăm — nu există oare o unitate de măsură relativă, care să ne permită să aducem la numitor comun toate fenomenele complexe care caracterizează viața?

Răspunsul este schițat în cercetările efectuate de către savantul român Dr. Sorin Comorosan. Ideea de la care au plecat aceste cercetări relevă necesitatea renunțării la aparatura artificială, construită de om în scopul studierii fenomenelor naturale, și în primul rînd a vieții, și utilizarea de aparate create de către natură — biosistemele. În felul acesta, se propune o biofizică inversă, care utilizează componente naturale, vii, pentru a obține informații privind fenomenele fizice care se desfășoară în materia abiotică.

În cercetările sale, savantul român a utilizat enzime și diferite substraturi. După cum se știe, enzimele determină transformarea substratului enzimatic într-un produs specific fiecărui tip de reacție enzimatică în parte. Simbolizînd fiecare participant la acest proces (S — substrat, E — enzimă, P — produs), reacția enzimatică poate fi prezentată în forma următoare: $S \xrightarrow{E} P$. Fiind continuă, reacția enzimatică determină

creșterea numărului de molecule P rezultate, concentrația acestora crescînd proporțional cu timpul.

Una din metodele cele mai precise de măsurare a concentrației de molecule P, și, implicit, de control al desfășurării reacției enzimatice, este metoda spectrofotometrică, care se bazează pe absorbția de către substanțe a acelei frecvențe din spectrul luminii vizibile, care le este specifică. În incinta în care se desfășoară reacția enzimatică, S și P vor avea fiecare cîte o frecvență proprie. Dacă orientăm spre această incintă un fascicul de lumină monocromatică, ea va fi absorbită de către S sau P, dacă frecvența proprie a celor două componente coincide cu frecvența fasciculului de lumină.

Dr. Sorin Comorosan a efectuat un foarte mare număr de experiențe, între care și unele care constau în iluminarea substratului S, înainte de începerea reacției enzimatice, cu lumină verde (radiație luminoasă cu lungimea de undă de 546 μm). Dacă iluminarea se face la intervale stabilite arbitrar, și pentru durate aleatorii, desfășurarea reacției enzimatice se petrece după modelul curent, fără a se remarca nici un fel de influență asupra parametrilor de desfășurare a reacției.

Dar jocul hazardului cuprins în parametrii experiențelor a dus la constatarea că o iluminare efectuată după un anumit program poate să intensifice spectaculos ritmul reacției enzimatice. Totul constă în iluminarea efectuată pentru un anumit timp, la intervale regulate. Primul element straniu care apare aici este necesitatea iluminării pentru un anumit timp, dispărînd necesitatea unei iluminări continue.

Dar faptul cel mai senzațional, și pe care orice minte omenească și l-ar fi putut cu greu închipui, este că atît timpii de iluminare efectivă, cît și intervalele dintre ei, sînt multipli de 5 secunde! Mai mult chiar, s-au făcut experimente cu două fascicule de lumină orientate perpendicular unul pe celălalt, numai unul singur fiind orientat spre substratul unde are loc reacția enzimatică. Dacă intersectarea celor două fascicule se produce întîmplător, în afara timpilor de iluminare eficientă, Efectul Comorosan (fiindcă putem vorbi despre un astfel de efect) rămîne nealterat. Dacă intersectarea are loc însă în momentele de contact între doi timpi eficienți, Efectul Comorosan dispare cu desăvîrșire.

Care să fie semnificația acestui „misterios" interval de 5 secunde? Dr. Sorin Comorosan i-a atribuit incitantul nume de „cronon", particulă temporală elementară a viului, unitate de măsură a proceselor primare care se petrec la nivelul materiei înzestrată cu viață. Desigur, nici pe departe nu trebuie trasă concluzia că alegerea secundei ca unitate primară de timp a fost pentru omenire un fapt de excepțională intuiție. Este destul că ne închipuim un sistem de măsurare circadiană a timpului în care unitățile minore (secundele și minutele) să fie demultiplicate cu un factor egal cu cronon-ul Comorosan. În această situație, am putea imagina un foarte simetric și elegant sistem de diviziune a timpului astronomic de rotație a Terrei în jurul propriei sale axe, alcătuit din 12 ore, compuse la rîndul lor din 12 minute de cîte 12 secunde.

Dacă omenirea, în decursul evoluției sale istorice, ar fi adoptat un astfel de sistem de măsură a scurgerii timpului, coincidența ar fi fost și mai atrăgătoare, timpii de iluminare eficientă fiind egali cu o singură secundă. Se impune, deci, concluzia că sistemele noastre de măsurare a timpului, inspirate din evoluția fenomenelor astronomice, au un foarte pronunțat caracter convențional. Mai mult decît atît, putem afirma că de aici se desprinde cu claritate o altă concluzie: sistemele vii, în virtutea legilor proprii, au un ritm care le guvernează, fiindu-le caracteristică o anume dimensiune temporală pe care o putem denumi timp biologic.

Pentru a reveni la impresionanta descoperire a Dr. Sorin Comorosan, putem presupune că intervalul de 5 secunde, pus în evidență în cazul reacțiilor enzimatice, ar putea constitui ritmul de bază al sistemului respectiv. În cazul acesta, durata existenței unui sistem viu ar putea fi măsurată nu în secunde, zile sau ani, ci în crononi, în felul acesta avînd o imagine clară a existenței reale, obiective a sistemului respectiv.

Este de datoria cercetărilor ulterioare să lămurească în ce măsură acest interval de 5 secunde se regăsește în activitatea vitală a unor sisteme vii mai complexe. Ar fi posibil ca, în perspectiva unității și integralității sistemelor vii, precum și rezultînd din acestea, activitățile de o complexitate crescută să se desfășoare în intervale egale cu submultipli ai cronon-ului. (De exemplu, activitățile cerebrale umane sînt însoțite de unde a căror frecvență depășește mai mulți cicli pe secundă.)

În organismele vii, se desfășoară procese a căror amploare cu greu putem cîteodată să o bănuim, și care își pun din plin amprenta asupra timpului biologic al sistemului respectiv. Există chiar posibilitatea confirmată de unele date ale fizicii, ca existența organismelor să fie influențată de procese de durată care depășește cu mult propria lor speranță de viață. Un

astfel de proces este dezintegrarea izotopilor radioactivi, proces care, oricît ne-ar părea de ciudat, se desfășoară nu numai în lumea inanimată care ne înconjoară, dar și în interiorul organismelor.

Conform ipotezei avansate de către savantul sovietic Mark Moldavski, procesul de îmbătrînire, ireversibil și fatal, s-ar datora transformării izotopilor radioactivi ai carbonului (C. 14) în azot, proces de largă extensie temporală, durata de înjumătățire a izotopului respectiv fiind de 6.360 de ani. Desigur, există și un proces invers, dar el are loc numai în straturile înalte ale atmosferei, unde, sub incidența puternicelor radiații cosmice, azotul se transformă în carbon radioactiv.

Plantele în calitatea lor de sisteme biosintetizatoare, au o predilecție ușor de înțeles pentru concentrarea în structurile lor de 14 C. Desigur, nu toți atomii de carbon care alcătuiesc macromoleculele sistemelor vii sînt în stare de izotopi, ei fiind diseminați în structură după reguli pe care încă nu le putem bănui. Urmînd însă legile naturale inventariate de fizică, respectivii atomi de carbon se vor transforma în atomi de azot, care îi vor înlocui în structura celulelor vii. Dar este cunoscut că azotul (al cărui nume grecesc înseamnă „lipsit de viață") este un gaz destul de inert, a cărui apariție nu este de bun augur, căci rupe de îndată fostele legături chimice, fragmentînd macromoleculele din celulă, care astfel intră într-un proces de alterare, unul din simptomele clare ale îmbătrînirii.

Fără îndoială, afirmă Mark Moldavski, în vastul carusel al celor 500 de miliarde de molecule care intră în alcătuirea corpului nostru, transformările incidentale, distribuite probabil aleatoriu, ale carbonului 14 în azot, nu ar deține o importanță atît de mare încît să altereze în mod definitiv structurile biologice ale organismului. În definitiv, posibilitățile de regenerare ale organismului sînt destul de dezvoltate, pentru a combate o astfel de împrejurare.

Cu totul alta este situația atunci cînd transformarea radioactivă afectează tocmai acest sistem de regenerare. După cum este de așteptat, molecula de ADN — matricea genetică a organismului, și a fiecărei celule în parte, conține și ea atomi instabili, care se transformă conform procesului cunoscut. Acum, situația este deosebit de gravă, căci orice alterare a codului genetic este automat transmisă celulelor replicate, care devin purtătoare ale anomaliei respective — deci, inapte de a lua parte în condiții corespunzătoare la regenerarea organismului. Atunci cînd aceste defecțiuni de funcționare se acumulează (și numărul lor crește direct proporțional cu timpul), întreaga gamă a proceselor celulare, începînd cu sinteza proteinelor și terminînd cu coordonarea funcțiilor celulei, este serios perturbată. Într-un cuvînt, începe procesul de îmbătrînire.

Ritmul îmbătrînirii este determinat, pentru fiecare ființă, încă din momentul definitivării codului său genetic. Mai precis, este vorba despre numărul atomilor de carbon radioactiv cuprinși în structura ADN, precum și despre locul pe care aceștia îl ocupă în desfășurarea spațială a acestuia. În felul acesta, încă din momentul nașterii, fiecare ființă are înscris în structurile intime, celulare, întregul program al evoluției biologice ulterioare. Acest program își urmează inexorabil cursul spre îmbătrînire, care se va instala în forme diferite, în funcție de concentrația atomilor de C 14 și de azot în organism. Pentru moment, nu avem posibilitatea de a controla sau elimina acest proces.

Dar el există. Căci numai în felul acesta se pot explica unele particularități, pînă acum misterioase, ale unor procese biologice cum ar fi somnul, letargia. Este cunoscut că, în cazul letargiei, procesele metabolice sînt considerabil încetinite, și nu se poate observa nici o schimbare în starea fizică a organismului. Dar eroziunea moleculelor de ADN își continuă cursul inexorabil, acumulînd „erori" pînă la nivelul normal pentru vîrsta efectivă a organismului.

După trezire, procesele metabolice reintră în normal, celulele încep să se regenereze (celulele întregului nostru corp se regenerează în aproximativ 2 săptămîni). Dar cel care a zăcut poate mulți ani în letargie va acumula în materialul celular atîtea anomalii, încît într-un termen de aproximativ 2 săptămîni toate celulele sale se vor prezenta într-o stare similară cu cea a unui organism care a trăit efectiv perioada respectivă, fiind în acest caz martorii unei îmbătrîniri accelerate, care aduce rapid organismul la vîrsta sa biologică reală — dată, de această dată, nu de secundă sau oră, ci de amplul proces al transformării carbonului radioactiv în azot.

Acest mecanism poate explica în bună măsură atît manifestările normale ale procesului de îmbătrînire, cît și unele aspecte patologice care pînă acum rămîneau un mare mister pentru lumea științifică. Unul din acestea ar fi spectaculosul sindrom Hutchinson-Gilford, numit și senilitate precoce, din care au fost recenzate pînă acum, în întreaga lume, doar aproximativ 60 de cazuri. Viitoarele victime ale acestei maladii cu

sfîrșit implacabil sînt copii perfect normali în aparență, care trăiesc pînă la vîrsta de 5—6 ani savurînd din plin bucuriile copilăriei. După această vîrstă, se instalează o serie de simptome care sînt, în general, caracteristice doar decrepitudinii senile: părul albește, se rărește și cade, pielea devine transparentă, cu aspect pergamentos, și începe să se zbîrcească, articulațiile devin rigide și mușchii tetanizați.

Nefericitele victime ale necruțătoarei boli încetează a mai fi tradiționalele simboluri ale prospețimii și frumuseții infantile. Chiar dacă intelectul lor nu este afectat (lucru perfect explicabil prin imensele rezerve cerebrale neutilizate la vîrsta respectivă, care permit menținerea satisfăcătoare a activității sistemului nervos), aspectul lor fizic și funcționalitatea diferitelor organe se degradează într-un ritm accelerat, ajungînd ca în maximum 7 ani organismul copiilor suferinzi de senilitate precoce să prezinte caracteristicile organismului unui bătrîn de 70—80 de ani...

În acest moment intervine, inevitabil, moartea. Nici un copil afectat de senilitate precoce nu a reușit să depășească cu mult vîrsta (fatidică de această dată) de 13 ani. Întreaga desfășurare a maladiei ne duce la concluzia că avem de-a face, în aceste cazuri, cu degradarea rapidă a informației genetice pe care o conțin celulele organismului afectat de senilitate precoce. Această degradare ne pare normal să se producă direct proporțional cu complexitatea organismului supus îmbătrînirii.

Un senzațional experiment făcut în urmă cu cîțiva ani pare să confirme această ipoteză. Este vorba despre readucerea la viață a unor alge prelevate din straturi geologice avînd vechimea de peste 300 milioane ani, resurecție realizată de către savantul american J. Lederberg (Stanford University — California. Analiza chimică a biomoleculelor conținute de algele respective au arătat o sensibilă sărăcire a conținutului de carbon, în paralel cu creșterea procentului de siliciu.

Cu toată diminuarea conținutului de carbon, algele cu vechimea de 300 milioane de ani au putut fi readuse la viață. Acest fapt poate fi pus pe seama relativei simplități a biostructurilor algare respective, care au rămas viabile chiar și în condițiile transformării lor parțiale. Putem însă presupune că situația nu este similară pentru organismele complexe, unde finețea funcțiilor de coordonare și reglare este rapid afectată de modificările ireversibile survenite în zestrea lor informațională.

Trebuie subliniat faptul că, mai presus de orice, fiecare

organism prezintă o unitate informațională complexă. Studierea organismelor sub aspect informațional este, în perspectivă istorică, ultima sosită în arsenalul de mijloace ale biologiei. Cu toate acestea, s-a încetățenit deja considerarea oricărui sistem viu sub trei aspecte distincte: material, energetic și informațional (deși, poate mai corect ar fi ca primul termen să fie de natură substanțială).

Privind lucrurile „sub specie aeternitas", putem considera că în fiecare organism există o informație imanentă, dată încă din primele momente de existență. S-au făcut numeroase calcule pentru a determina cîte milioane de pagini ar fi necesare pentru transcrierea în limbajul nostru curent a imensei cantități de informație conținută de organism. Dar nu acest fapt este important, căci de primă însemnătate este determinarea raporturilor cauzale care se stabilesc între aspectele materiale și cele informaționale ale existenței organismelor. În ontogenia fiecărui organism, informația deține un rol important, poate chiar primordial, fiindcă dezvoltarea fiecărui individ, de la naștere pînă la moarte, se află înscrisă în oul inițial.

Indiferent de forma de înmulțire (sexuală sau asexuată), putem vorbi despre o acumulare continuă a informației în organismul genitor. Din acest punct de vedere, în întreaga lume vie terestră există o remarcabilă unitate — căci, indiferent de dimensiunile și metabolismul specifice fiecărei specii în parte, concentrarea informației, transmiterea și utilizarea ei au loc în spațiul cantităților infinitezimale de substanță și energie.

Informația biologică concentrată în oul inițial este „restituită" mediului, prin modul specific în care fiecare organism își organizează schimburile de energie și de substanță cu mediul. În anumite limite, informația biologică imanentă își realizează menirea indiferent de parametrii factorilor de mediu, în felul acesta fiind posibilă variabilitatea, singura modalitate de păstrare a homeostaziei generale interne a organismului respectiv.

Privind lucrurile și „sub specie evolutionnis", trebuie să subliniem că organismele vii prezintă și o homeostazie a legăturilor cu mediul, izvorîtă, în bună parte, din necesitățile păstrării homeostaziei interne. În zilele noastre asistăm la o interesantă schimbare de concepție: pînă nu demult se considera că prelucrarea în regim dinamic a informației primite din mediu nu mai prezintă secrete pentru știință, în timp ce adevărata piatră de încercare era dezlegarea rebusului informațio-

nal celular. Acum, tot mai mulți sînt cei care afirmă că tocmai în domeniul schimburilor de informație cu mediul cunoașterea noastră va înregistra creșteri semnificative.

Fără îndoială, extinderea cunoștințelor noastre nu se va face prin adîncirea celor existente, ci prin cuprinderea în sfera de studiu a mai multor forme de manifestare a materiei vii, care pînă în prezent erau fie neglijate, fie tratate cu superficialitate, fie necunoscute. În ceea ce privește recepționarea, prelucrarea și valorificarea informației signifiante pe care mediul o oferă organismelor, pînă nu de mult erau studiate în foarte multe detalii legăturile informaționale ale sistemelor vii cu mediul mineral, abiotic. În schimb, în ceea ce privește legăturile informaționale în sînul materiei vii, atît în plan orizontal (pe același nivel de organizare) cît și vertical (între nivele diferite), cunoștințele noastre erau doar limitate sau superficiale.

Desigur, erau studiate îndelung modul în care furnicile își transmit informații prin intermediul antenelor, sau dansul prin care albinele își informează suratele asupra localizării zonelor bogate în flori polenifere. O notabilă dezvoltare a cunoscut, de exemplu, studiere feromonilor (prin care fluturii își fac cunoscută prezența pînă la distanța de 5 km) sau a chemotropismului negativ, adevărat „război" purtat de plantele care nu se pot tolera reciproc pe același teren. Dar cunoștințele noastre despre comunicarea biologică erau disparate, neputînd justifica apariția unei teorii unitare a transmiterii informației între biosisteme.

Aceasta nu înseamnă că nu era deja conturată o știință generală a informației. Dimpotrivă, putem spune că elementele de teorie a informației pe care le deținem la ora actuală (emițător, receptor, informație specifică, prelucrare, stocare, transmitere etc.) sînt pe deplin corecte, și creează premisele înțelegerii corecte a complexului fenomen al transmiterii informației între sistemele biologice. Deficiențele din cunoștințele noastre se refereau în primul rînd la imposibilitatea identificării căii (sau canalului) de transmitere a informației biologice.

După cum arătam mai înainte, canalul este de natură materială (noțiunea este aproape superfluă). În organismul emițător, cît și în organismul receptor, au loc procese cu determinare substanțială precisă, primul necesitat de emiterea informației, iar cel de-al doilea de recepționarea ei. Calea specifică de transmitere a informației este însă de natură energetică.

Pentru moment, știința terestră nu are posibilitatea identificării cu precizie a acestei căi specifice de comunicare, pe care am putea-o numi cîmp biologic informațional. Acest cîmp are aspectul substanțial în interiorul organismelor vii, și aspectul energetic în afara granițelor viului. Pentru moment, însă, prezintă poate o importanță mai mare elementul de noutate pe care punerea în evidență a cîmpului biologic informațional îl aduce în înțelegerea complexității și caracteristicilor sistemelor vii.

Trebuie să arătăm că biologia a stat o bună bucată de timp sub dominația unei prejudecăți izvorîtă dintr-o înțelegere greșită. Induși în eroare de monopolul pe care anumite ființe vii îl dețineau asupra posibilităților de mișcare, savanții le-au acordat cu larghețe numele de animale (anima = suflet), considerîndu-le a fi singurele posesoare de organe de simț. În felul acesta, plantele erau privite a fi viețuitoare inferioare, condamnate unei existențe vegetative.

Nimic mai fals. Am putea chiar afirma că plantele, în funcție de necesitățile care le sînt proprii, dețin posibilități de investigare a mediului pe deplin corespunzătoare acestor necesități. Iată, de exemplu, banala fasole, plantă păstăioasă cățărătoare, care folosește orice structură fixă verticală pentru a-și ridica frunzele verzi spre Soare. Cățărarea se realizează cu ajutorul cîrceilor, formațiuni filiforme cu creștere rapidă, foarte rezistente la acțiunile mecanice. Fiind o plantă, deci o viețuitoare „oarbă", fasolea ar trebui să împrăștie cîrceii în zeci de direcții, pentru a realiza o singură priză. Dar lucrurile nu stau așa — fiecare cîrcel are un program complicat de creștere, el rotindu-se într-un plan perpendicular pe axul plantei, măturînd, pe măsură ce se dezvoltă, spații circulare tot mai mari. Dacă pînă aici nimic nu este deosebit, interesant este faptul că acești cîrcei, atît de firavi în aparență, ar fi înzestrați cu organe de văz — căci, odată ajunși la o distanță de 2—3 cm de un obiect oarecare, ei abandonează mișcarea de rotație și se îndreaptă cu hotărîre spre obiectul respectiv.

Lumea plantelor este de o complexitate mai mare decît acceptăm noi în mod curent. În ea se desfășoară chiar și războaie necruțătoare, purtate cu arme chimice sofisticate. De multe ori, însă, aceste conflagrații scapă atenției omului, observator în genere grăbit, aflat mereu în căutarea unor concluzii imediate. După cum arătam mai înainte, cercetări fă-

cute în lume, iar la noi în țară de către dr. Marioara Godeanu și colaboratorii, au arătat că plantele dețin o certă posibilitate de a stabili legături de tip informațional cu mediul.

Efectuate prin electronografie sau termografie, aceste cercetări au arătat că plantele pot stabili legături de tip informațional atît pe orizontală (cu plante situate pe nivele taxonomice echivalente), cît și pe verticală (poate cu unele specii de animale, și în mod sigur cu omul). Legăturile orizontale au fost puse în evidență în primul rînd cu ajutorul termografiei, care a ușurat descoperirea unui cîmp comun pentru două sau mai multe plante situate în apropiere, cîmp a cărui evoluție reproduce cu fidelitate diferite schimbări petrecute în starea plantelor. În cazul intoxicării uneia din plantele cuprinse în experiment, prin termografie pot fi observate emanații ale plantei sănătoase, care par a se îndrepta spre planta bolnavă pentru a-i oferi ajutor.

Problema nu are un interes științific pur. Ea are și implicații de ordin moral: să existe oare și în lumea plantelor o sensibilitate la suferința aproapelui, dublată de tendința (pe care nici omul nu o are întotdeauna) de a sări în ajutorul celui aflat în suferință? Aceasta ar fi o foarte utilă lecție de modestie pentru om, care se consideră, și pe nedrept, a fi singura ființă care-și conștientizează sentimentele și acționează în conformitate cu acestea.

Mulți dintre noi iubesc florile, fapt pe deplin normal dacă ne gîndim că ele sînt printre cei mai plăcuți tovarăși ai omului pe această planetă. Una din cele mai frumoase amintiri legate de copilăria fiicei noastre este imaginea micuței, nu cu mult mai înaltă decît o floare, culegînd cu osîrdie flori, bucurîndu-se de frumusețea lor. Dar putem spune că omul nu a înțeles niciodată plantele, reacțiile acestora la stimulii proveniți din mediu rămînîndu-i necunoscute.

Se pare că reciproca nu este valabilă. Plantele au posibilitatea de a cunoaște gîndurile sau intențiile noastre, reacționînd în mod corespunzător. Înregistrările făcute cu ajutorul unui sesizor al rezistenței cutanate au arătat că plantele sînt foarte sensibile la gîndurile și sentimentele omului, mai ales la acelea al căror obiect sînt ele. Mai mult chiar, planta nu poate fi mințită! În cadrul unui experiment original efectuat de R. Backster (S.U.A.), unei persoane i s-a dat în sarcină efectuarea unei agresiuni asupra unei plante, prin amputarea unei frunze. Pe urmă, întregul personal aflat în laborator s-a apropiat pe rînd de plantă, mimînd intenția unei agresiuni. Reacția plantei a fost foarte slabă, aproape inexistentă. Însă în momentul în care s-a apropiat persoana desemnată a săvîrși agresiunea, chiar dacă aceasta și-a disimulat și în gînd intențiile, reacția plantei a fost promptă și violentă.

Dr. Marioara Godeanu deține una din cele mai evidente dovezi ale modului în care o plantă poate reacționa la gîndurile și trăirile umane. În cursul unei filmări, dr. Godeanu își concentra atenția asupra unei plante, urmînd ca pe peliculă să se înregistreze expresia grafică a reacției plantei. Experiența decurgea normal cînd, pe neașteptate, a explodat un bec. Dr. Godeanu a avut o reacție de surpriză puternică, trăită foarte intens, experimentul s-a întrerupt, la fel și filmarea, pentru ca la cercetarea benzii de hîrtie pe care se înregistraseră reacțiile plantei să se constate că planta a reacționat și ea puternic la emoția resimțită de subiectul uman, acul aparaturii de înregistrat trasînd curbe cu amplitudinea maximă posibilă, fapt fără precedent în istoria experimentelor de acest gen.

Cînd sînt obiectul unei agresiuni, plantele reacționează în moduri foarte evidente. Înregistrarea curenților superficiali la plantele nestresate a pus în evidență o evoluție ciclică, de o periodicitate remarcabilă, asemănătoare în bună parte cu aspectul curenților cerebrali umani. În momentul unei agresiuni, biocurenții respectivi se intensifică paroxistic, putîndu-i asemui cu un strigăt.

Strigătul mut al plantelor rănite bîntuie Terra. Chiar dacă această propoziție pare ruptă dintr-o poezie, ea surprinde un adevăr care trebuie să-l determine pe om să-și completeze, pe de-o parte, cunoștințele pe care le deține despre lumea vie, și pe de altă parte, să-și reconsidere poziția față de restul speciilor, care, indiferent cum le-am numi, sînt cu toate animate.

Într-o splendidă pledoarie pentru demnitatea rațiunii umane, Blaise Pascal spune: „Omul este doar o trestie, cea mai firavă din natură, dar o trestie care gîndește. Pentru a-l nimici nu e nevoie ca Universul să se înarmeze: un abur, o picătură de apă poate să-l ucidă. Dar chiar dacă Universul l-ar zdrobi, omul încă ar fi mai presus decît ceea ce îl ucide, pentru că el știe că moare și ce avantaj are Universul asupra lui, dar Universul nu știe nimic".

Să fie oare conștiința propriului destin specifică numai speciei umane?

CINE I-A UCIS PE DINOZAURI?

Pînă acum, am insistat mai mult asupra caracterului continuu al existenței vieții pe Terra. Într-adevăr, nu a trecut un moment în ultimii trei miliarde de ani, fără ca pe planeta noastră să nu fi existat materie organizată în formele specifice ale viului.

Dar această continuitate are un înțeles istoric, căci singurele organisme care datează din vremurile îndepărtate ale debutului vieții pe Terra și care mai există astăzi sînt procariotele nemuritoare, rămase neschimbate pe întregul traseu al existenței lor. Cu celelalte fiice ale sale, natura a fost mai drastică, fapt pentru care istoria vieții pe Terra este presărată cu momente de schimbări importante, marcate de dispariția unor specii și apariția altor specii, înzestrate corespunzător condițiilor de mediu aflate în schimbare. Din perspectiva evoluționistă, acest proces ne apare legic și necesar — dar evoluționismul se vede și el pus în derută în fața dovezilor de extincție în masă a speciilor animale, în anumite momente ale evoluției planetei noastre.

Primul care a intuit o astfel de realitate a fost marele naturalist francez Georges Cuvier (1769—1823). Studiind succesiunea straturilor geologice în regiunea pariziană, precum și frecvența apariției fosilelor în aceste straturi, Cuvier formulează o teorie proprie, cunoscută sub numele de „teoria catastrofelor", prin care pune dispariția speciilor stinse pe seama unor catastrofe bruște și violente. Desigur, valoarea științifică a teoriei lui Cuvier a scăzut prin absolutizarea rolului catastrofelor — dar valoarea cu adevărat istorică a ei constă în demonstrarea faptului că un număr atît de mare de catastrofe succesive se putea produce într-un interval de timp mult mai mare decît cei 6.000 de ani vechime care se atribuiau Terrei de către doctrina religioasă.

Datele paleontologice arată că o bună parte din speciile care au trăit sub Soare nu ne sînt astăzi contemporane. În diferitele straturi geologice s-au găsit urmele fosile a peste 2.500 familii de animale, a căror durată medie de viață este estimată la aproximativ 75 de milioane de ani. Din acestea, numai o treime sînt astăzi în viață, unele find chiar foarte slab reprezentate în fauna terestră.

De la bun început trebuie să spunem că în cazul plantelor nu se înregistrează o situație similară. Istoria geologică a plantelor este mult mai rectilinie, filumul lor avînd doar trei ra-

muri: plantele vasculare inferioare (începînd din Silurian), gimnospermele (începînd din Devonian) și angiospermele (începînd din Jurasic). Singurul element spectaculos este evoluția angiospermelor, apărute în urmă cu 135 milioane ani, și care astăzi sînt stăpîne de necontestat ale florei terestre. Și, avînd în vedere modul în care majoritatea plantelor superioare au rezistat evoluțiilor climatice din ultimele 100 milioane de ani, putem presupune că acestea nu sînt departe de a deține atributul imortalității.

În regnul animal, însă, evoluțiile au fost mai rapide și mai dramatice. O astfel de evoluție, una din acele catastrofe de care amintea Cuvier, s-a petrecut la sfîrșitul perioadei Cambriene. În Cambrian, mările calde ale Terrei erau populate de către trilobiți (artropode primitive), putînd fi grupați în aproximativ 60 de familii și 15 superfamilii. Trilobiții erau populația majoritară a Terrei în perioada respectivă, și părea că nimic nu le poate amenința existența. Cu toate acestea, la sfîrșitul perioadei Cambriene (de fapt, marcînd acest sfîrșit), peste 2/3 din familiile de trilobiți au dispărut, lăsînd numeroase fosile în straturile geologice respective.

Situații mai puțin impresionante au fost înregistrate la sfîrșitul perioadelor care au urmat Cambrianului, și anume Ordovicianul, Devonianul și Triasicul. La sfîrșitul Permianului, însă, s-a petrecut cea mai mare criză din existența vieții terestre. În acele momente de răscruce, în urmă cu aproximativ 230 milioane ani, viața terestră a fost practic decimată: trilobiții au fost exterminați cu desăvîrșire, în timp ce 75% din familiile de amfibii și 80% din familiile de reptile au ieșit de pe scena istoriei. O soartă asemănătoare cu a trilobiților au avut-o fusulinidele, vietuitoare protozoare complexe, prezente în mările permiene într-un număr foarte mare de forme, lungimea lor variind de la cîțiva milimetri pînă la 7—8 cm. După ce au populat mările și oceanele lumii timp de 80 de milioane de ani, ele au dispărut repede, cochiliile lor formînd depozite uriașe pe fundurile marine.

Pe bună dreptate, extincția în masă de la sfîrșitul perioadei Permiene poate fi considerată drept cel mai dramatic moment al evoluției vieții pe Terra. Prin această criză, ceasul evoluției biologice a fost dat înapoi cu multe milioane de ani. Aceasta, fiindcă la sfîrșitul Permianului mai rămîn în viață doar 200 de mari familii animale, tot atîtea cîte populau Terra la sfîrșitul Ordovicianului, acum 425 milioane de ani. Cele două mari momente sînt separate în timp de aproape 200 mi-

lioane de ani, și paralela este cu atît mai sugestivă, cu cît trebuie să menționăm că în acest interval de timp apar pe scara evoluției vertebratele (reprezentate la sfîrșitul Permianului prin pești, amfibii și primele reptile).

O altă răscruce din evoluția vieții a fost la sfîrșitul Cretacicului, și aceasta este poate cea mai spectaculoasă criză dintre toate. Cretacicul a fost o perioadă foarte fertilă pentru viață, caracterizat printr-o climă surprinzător de uniformă. Pe scoarța nediferențiată în continente se întîlneau specii și grupe de viețuitoare cu o răspîndire largă, unele dintre ele fiind adaptate la traiul în mările calde, puțin adînci. Cu toate acestea (larga răspîndire fiind o premisă a supraviețuirii în situații de criză), Cretacicul se caracterizează prin dispariția bruscă la finele său tocmai a grupului de animale care domina cu autoritate peisajul vieții terestre. Este vorba despre dinozauri (deinos = teribil, înfricoșător; saura = șopîrlă), ființe organizate în numeroase nivele taxonomice, cu o remarcabilă variație a parametrilor anatomo-fiziologici.

Dispariția dinozaurilor, fenomen pe care paleontologia îl situează în urmă cu aproximativ 67 milioane ani, cuprinde în sine o doză de mister pe care nu au reușit s-o risipească cercetările contemporane. Fenomenul nu se încadrează în scenariul obișnuit al evoluției, căci nu putem pune dispariția dinozaurilor pe seama unui eșec evolutiv, al unei lipse de adaptare — nu poate fi lipsită de adaptare o specie care domină categoric întreaga scenă planetară timp de aproape 150 milioane ani.

De aceea, lumea științifică s-a văzut pusă într-o gravă dilemă atunci cînd a trebuit să ofere o explicație pentru dispariția în masă a dinozaurilor. Varietatea ipotezelor nu face decît să reflecte această dilemă: s-a presupus, de exemplu, că temperatura atmosferică mult crescută a determinat un circuit accelerat al apei, care la rîndul său a dus la sărăcirea considerabilă a solului în săruri de calciu. În aceste condiții, dinozaurii n-ar mai fi găsit calciul necesar, ar fi început să sufere de rahitism, iar scheletul lor s-ar fi dislocat sub greutatea imensului lor corp. Pe de altă parte, alături de tulburările nervoase și digestive asociate carenței de calciu, coaja ouălor de dinozauri ar fi devenit friabilă, lipsită de eficiență în protejarea progeniturii înainte de ecloziune.

Un grup de savanți pune dispariția dinozaurilor pe seama unei evoluții climatice total opuse — ar fi vorba despre o răcire considerabilă a climatului pe care dinozaurii, uriași cu

corpuri și „sînge rece", ar fi resimțit-o din plin, incapabile să mai asigure temperatura corporală optimă. În fața unei modificări atît de importante a climatului, dinozaurii au rămas lipsiți de mijloace de protecție, fapt care a dus în mod normal la dispariția lor.

Datele paleoclimatice pledează totuși pentru o încălzire a climatului la finele Cretacicului. Pentru a întări această evidență, unii autori avansează ipoteza unei catastrofe geologice, cu urmări importante în evoluția climei terestre. Geologul Devey Mc Lean (Virginia Politechnic Institute — S.U.A.) afirmă că dinozaurii ar fi pierit ca urmare a unor gigantice erupții vulcanice în subcontinentul indian, care a provocat un efect de seră datorat creșterii accentuate a nebulozității atmosferice. Fiind animale cu raportul volum/suprafață foarte mare, dinozaurii ar fi avut probleme cu dirijarea căldurii suplimentare, fapt care le-a putut provoca moartea prin hipertermie.

Din prima clipă putem spune că astfel de teorii sînt contrazise de o serie de fapte indubitabile. În primul rînd, ar fi vorba despre supraviețuirea unor contemporani ai dinozaurilor, cum sînt crocodilii, aligatorii și broaștele țestoase. În al doilea rînd, la finele Cretacicului au dispărut și dinozaurii pitici, a căror moarte prin hipertermie este cu desăvîrșire exclusă.

În anul 1975, ecologul englez dr. T. Swain a lansat o teorie cu totul aparte, care susține că moartea dinozaurilor s-ar datora otrăvirii. Desigur, nu a reușit nimeni să otrăvească cantitățile imense de hrană pe care le ingerau dinozaurii ierbivori, treptele de bază în piramidele trofice ale lumii dinozauriene. Otrăvirea s-ar fi putut întîmpla, afirmă ecologul englez, ca urmare a consumării de către dinozauri a florilor și fructelor de angiosperme, care, datorită conținutului lor mare în tanini și alcaloizi, erau otrăvitoare. Otrava aceasta, chiar dacă nu putea fi întîlnită în dozele letale în nici un fruct sau floare, s-a acumulat în organismul dinozaurilor, dînd naștere unei intoxicații cronice, care a dus la dispariția acestora.

Există și un număr mare de teorii care afirmă că pieirea dinozaurilor se datorește unor cauze exterioare planetei. Astfel, astronomul elvețian dr. Kenneth Hsü susține că de vină ar fi o cometă, care ar fi intrat în atmosfera Terrei, determinînd o serie de transformări culminînd cu scăderea temperaturii pînă la un nivel fatal pentru dinozauri. În alte scenarii Terra ar fi intrat în coliziune cu un asteroid, coliziune urmată de ridicarea unui nor de praf care a obturat complet lumina Soare-

lui pe o perioadă de mai mulți ani. Într-un astfel de scenariu, elaborat de savanții americani Leo Hickey și William Clemens, dinozaurii ar fi pierit ca urmare a împuținării drastice a cantităților de masă verde disponibilă, fapt care a antrenat deteriorarea piramidelor trofice ale dinozaurilor.

Una din cele mai sofisticate teorii din această categorie aparține profesorului american Luis Alvarez, deținător al Premiului Nobel pentru fizică. Din calculele pe care prof. Alvarez își fundamentează teoria, rezultă că în medie la fiecare 100 de milioane de ani Terra este lovită de către un asteroid. Acest lucru s-ar fi putut întîmpla în anul 1937, cînd asteroidul Hermes s-a apropiat pînă la 640 de mii de km de Terra, ceea ce, la scară cosmică reprezintă o distanță insignifiantă. Dacă atunci Hermes ar fi lovit Terra, s-ar fi produs o adevărată catastrofă planetară. Astfel, dacă ciocnirea ar fi avut loc într-o zonă oceanică, valuri uriașe ar fi gonit jur-împrejurul globului terestru, inundînd toate regiunile litorale, modificînd pentru moment conturul majorității continentelor. Dacă hazardul ar fi hotărît ca ciocnirea să aibă loc pe uscat, prima consecință ar fi fost o serie de cutremure devastatoare, urmate de ridicarea unui nor de praf care să împiedice o perioadă îndelungată de timp lumina Soarelui să ajungă la suprafața planetei.

Desigur, un punct de vedere absolut similar se află exprimat și în lucrările savanților amintiți mai înainte. Ideea pare destul de bună, și a făcut chiar carieră în discuțiile paleontologilor, singurul lucru care i se putea reproșa era lipsa dovezilor clare. De această dată, prof. Alvarez vine să completeze această lacună: el susține că a descoperit urmele unui asteroid care, cu 65 milioane de ani în urmă, a lovit din plin planeta noastră.

Care ar putea fi originea acestui asteroid? Aminteam într-un capitol anterior părerea unor oameni de știință, care susțin că anumite aspecte din dinamica sistemului solar se datoresc influenței unui tovarăș stelar invizibil al Soarelui. Richard Muller, conducătorul unui grup de astronomi de la Universitatea Berkely (S.U.A.), susține că acest tovarăș este o stea consumată, care formează un sistem cu Soarele, ambii aștri avînd un centru comun de gravitație în jurul căruia efectuează o mișcare eliptică. În aceste condiții, distanța dintre Soare și Nemesis (cum plastic a fost numit tovarășul său) variază între 2, 4 ani lumină și 1,6 ani lumină. Atunci cînd distanța este minimă (fapt care se întîmplă la un interval regu-

lat de 28 de milioane de ani) Nemesis trimite spre Terra un potop de comete și asteroizi. Faptele par să se lege, căci extincții de mai mică amploare în rîndurile faunei terestre s-au înregistrat în urmă cu 36 milioane ani (dispariția mamiferelor uriașe la sfîrșitul Oligocenului) și în urmă cu 14 milioane de ani (dispariția carnasierilor uriași la sfîrșitul Pliocenului).

Prof. Luis Alvarez, împreună cu colaboratorii săi, au studiat compoziția chimică a rocilor formate de fostele funduri marine. Formate din particule materiale fine, și din rămășițele animalelor moarte, aceste roci au fost ridicate pe uscat de procesele orogenetice, straturile formate în perioada imersă fiind precis individualizate în stratificarea lor. Studiind mostre prelevate dintr-un strat sedimentar cu vechimea de 65 milioane de ani, savantul american a avut surpriza să constate în compoziția chimică a acestora un procent neobișnuit de mare de iridiu.

Iridiul este un metal rar, care poate fi găsit cu greutate în scoarța terestră. În meteoriți, în schimb, el este de 100.000 de ori mai abundent, situație întîlnită probabil și în cazul asteroizilor. Dacă, în urmă cu 65 de milioane de ani, un asteroid a lovit scoarța terestră, putem presupune că praful ridicat în urma coliziunii conținea un procent neobișnuit de iridiu. Purtat de curenți de aer, acest praf s-a depus pe întreaga suprafață a Terrei, dînd naștere stratului bogat în iridiu pe care l-am amintit. Urmările sînt cele pe care le cunoaștem: împuținarea catastrofală a plantelor, dispariția prin înfometare a dinozaurilor ierbivori, urmată de dispariția rapidă a dinozaurilor carnivori.

Primită cu entuziasm de mediile științifice, teoria prof. Alvarez a devenit rapid „mărul lui Paris" în controversata problemă a dispariției dinozaurilor. Nu puțini au fost cei care au îmbrățișat-o fără rezerve — dar nu lipsesc nici accentele critice, unele de o certă valoare științifică. Astfel, geologii Robert Reynolds și Michael Rampino propun o reinterpretare a datelor problemei. Ei au analizat eșantioane de rocă cu vechimea de 65 de milioane de ani, culese în diferite locuri pe glob. Analiza a evidențiat două aspecte: în condițiile existenței unui procent de iridiu apropiat în toate zonele, compoziția rocilor respective este foarte diferită, fiind în schimb foarte asemănătoare cu cea a straturilor aflate în aceleași zone, dar în orizonturile geologice alăturate.

În cazul formării stratului de rocă bogat în iridiu dintr-un nor de praf extins la scara întregii planete, atunci compoziția

chimică a acestuia ar fi trebuit să fie mult mai omogenă în toate localizările geologice. Pe baza acestei deducții, cei doi geologi afirmă că straturile geologice bogate în iridiu sînt rezultatul activității vulcanice, care a scos din adîncurile planetei magmă cu un procent neobișnuit de iridiu. Cercetînd cu mare atenție diferite straturi geologice scoase la lumină de activitatea orogenetică, s-a constatat că există și alte straturi bogate în iridiu, fapt care diminuează infailibilitatea teoriei prof. Alvarez.

Verificarea acestei teorii s-a efectuat și prin studii de paleomagnetism. În 1983, geologii Charles Officer și Charles Drake au luat în studiu carote extrase din fundurile oceanice, punînd în evidență straturile magnetizate în mod diferit de către cîmpul magnetic terestru. Se știe că acesta își schimbă polaritatea destul de des, în medie la 500.000 de ani. Avînd în vedere că materialele din straturile geologice sînt magnetizate de către cîmpul magnetic, în straturile geologice apar magnetizări diferite, opuse ca sens.

În felul acesta, se poate stabili o corespondență mult mai exactă între diferitele straturi geologice, putîndu-se astfel controla și validitatea teoriei prof. Alvarez. Fără a intra în detaliile acestui subtil instrument de cercetare, trebuie să arătăm că extincția viețuitoarelor marine (în primul rînd, amoniții) care a avut loc la sfîrșitul cretacicului s-a petrecut la 200.000 de ani după depunerea stratului bogat în iridiu, procesul de dispariție fiind desfășurat în timp pe o perioadă care a durat între 10.000 și 100.000 de ani.

Un grup de geologi, alcătuit din Everett Lindsay, Robert Butler și Noye Johnson au împins și mai departe cercetările, efectuînd studii de paleomagnetism într-o zonă din statul american New Mexico care este deosebit de bogată în urme fosile de dinozauri. Concluzia lor a fost că nu există nici o corespondență logică între straturile bogate în iridiu și dispariția dinozaurilor. Aceasta, întrucît dinozaurii au continuat să trăiască încă cel puțin 500.000 de ani după formarea stratului pe care prof. Alvarez își clădește întreaga teorie.

Desigur, această teorie era atrăgătoare prin simplitatea sa elegantă. Dar datele culese din teren nu au permis validarea ei, fapt care dă dreptul la existență și altor teorii, unele din acestea punînd dispariția dinozaurilor pe seama unor cataclisme cosmice majore, cum ar fi supernovele.

Supernovele sînt o apariție frecventă în orice sistem stelar de dimensiunile galaxiei din care facem parte. În cei

4,5 miliarde de ani de la formarea Terrei, în sînul Căii Lactee au apărut peste 180 milioane de supernove, care într-un interval de numai două săptămîni ne trimit fiecare mai multă energie decît o întreagă galaxie. Dar problema care se pune este: s-a putut o supernovă naște la o distanță atît de mică de Terra, încît radiația emisă de ea să fie fatală pentru viața terestră? Aici, intră din nou în calcul enigmatica Nemesis, companion întunecat al Soarelui, care ar fi putut avea un rol de jucat în această problemă cu un număr indefinit de necunoscute.

Să presupunem că, în urmă cu 5 miliarde ani, din materia galactică difuză încep să se formeze două sisteme solare gemene. Situate la distanța medie de 2 ani-lumină, ele au în centru cîte o stea galbenă. Una din ele, pe care o vom numi Nemesis, are o masă de 1,2—1,5 ori mai mare decît sora sa. Soarta lor este, în linii mari, asemănătoare. Dar, în virtutea masei sale mai mari, sursă a intensificării reacțiilor termonucleare, Nemesis consumă mai repede combustibilul nuclear, și iese mai devreme decît Soarele din secvența principală. Întreaga cantitate de hidrogen existentă în stea se transformă în heliu, iar în mijlocul acesteia se formează un nucleu masiv de carbon.

Ca urmare a acestei transformări, steaua se preface într-o uriașă, trimițînd adevărate uragane fierbinți în întreg sistemul solar pe care îl tutelează. Pierderea de materie este însoțită de o impresionantă creștere a luminozității, steaua prezentîndu-se ca o gigantică roșie. O astfel de evoluție a indus în eroare pe astronomii din vechime, care au numit aceste stele „nove", adică „stele noi". Astăzi, știm că acest nume este complet eronat, căci este vorba de fapt despre „cîntecul de lebădă" al unei stele aflate în ultima fază a vieții sale. În această fază, se produc și cataclisme planetare majore, și poate că aici găsim o explicație pentru una din ciudățeniile sistemului solar.

Este vorba despre planeta Pluto, care pare într-adevăr un intrus în marea familie solară. Am arătat că, deși situată dincolo de grupul planetelor joviene, Pluto prezintă un aspect de planetă telurică, estimîndu-se că ar avea o masă de 400 de ori mai mică decît Terra. Orbita sa nu este aproape circulară, ca în cazul celorlalte planete din sistemul solar, ci se prezintă sub forma unei elipse foarte turtite. La apropierea maximă față de Soare (care va avea loc în anul 1989) Pluto se va afla la o distanță de 30 unități astronomice (reamintim că

1 u.a. = aprox. 150 milioane km), și se va plasa în interiorul orbitei lui Neptun. Iar distanța maximă față de Soare o va atinge în anul 2113, cînd se va afla la 50 unități astronomice față de Soare. În distanțe terestre, aceasta înseamnă aproximativ 7,5 miliarde km, distanță pe care cu greu o putem concepe în limitele actualului nostru sistem de înțelegere a lumii.

Planeta Pluto prezintă și alte particularități. Orbita sa, pe care o parcurge într-un interval de timp de 496 de ani, este foarte înclinată față de planul eclipticii — în 1973 de exemplu, Pluto se afla cu 10 u.a. sub acest plan. Privită prin prisma celor prezentate pînă acum, Pluto poate fi pe drept cuvînt catalogată drept una din ciudățeniile sistemului solar. Dinamica sa generală ne duce la gîndul că ea este un membru mai recent al familiei solare, originea sa putînd fi sistemul planetar al stelei Nemesis, care a format un sistem binar cu Soarele. În condițiile dezagregării sistemului planetar al lui Nemesis, Pluto „a scăpat" în spațiu, fiind capturată de cîmpul gravitațional al Soarelui (fenomen ce pare pe deplin realizabil, avînd în vedere relativa apropiere cosmică între cele două corpuri stelare). În felul acesta, se pot explica toate aspectele ieșite din comun din evoluția planetei de margine a sistemului solar, și se pot în același timp trage concluzii asupra evoluției trecute a vieții pe planeta noastră.

Desigur, Nemesis nu s-a transformat într-o supernovă, căci la distanța de „numai" 2 ani-lumină, o astfel de furtună de energii înalte ar fi distrus întreaga viață, deteriorînd în mod drastic condițiile de mediu. În schimb, explozia unei nove ar putea avea urmări de natura celor petrecute în urmă cu 67 milioane ani pe suprafața Terrei.

Desigur, întreaga argumentație trebuie foarte cu grijă cîntărită, și trebuie să arătăm că ipoteza dispariției dinozaurilor ca urmare a exploziei unei nove nu este încă acceptată în mediile științifice. La rîndul nostru, considerăm că această misterioasă dispariție a dinozaurilor este în primul rînd legată de marile variațiuni climatice petrecute pe suprafața Terrei, pe care aceasta le-a resimțit ca urmare a vastelor drumuri pe care le face prin galaxie, și împreună cu întreaga galaxie.

Înainte de a dezvolta această idee, trebuie să facem o precizare foarte importantă: tot mai dese sînt în ultima vreme opiniile care resping teoriile conform cărora dinozaurii ar fi fost uriași stupizi, cu sînge rece, victime sigure ale variațiilor de temperatură. Desigur, în acest fel problema dispariției dinozaurilor era lesne de rezolvat. Renunțînd la această soluție facilă, paleontologul american Robert T. Bakker face ceea ce puțini s-au gîndit: studiază osemintele fosile ale dinozaurilor din toate punctele de vedere, inclusiv în contextul geologic în care au fost descoperite. Rezultatele le sintetizează într-o teorie, făcută publică în anul 1975, conform căreia dinozaurii erau ființe endoterme — afirmație pe care o susține printr-o argumentație științifică de o remarcabilă eleganță.

Argumentele lui Bakker sînt următoarele:

1) histologia osoasă. Studierea oaselor fosile de dinozauri a arătat că acestea au un aspect specific pentru animalele endoterme (numeroase celule hematopoietice și canale Harvers, sediu al schimbului calciu-fosfat). În plus, oasele de dinozauri nu prezintă inelele anuale de creștere pe care le au oasele tuturor animalelor ectoterme, și în primul rînd reptilele;

2) răspîndirea dinozaurilor pe suprafața terestră. Luînd în calcul evoluțiile din orogeneza terestră, și reconstituind configurația uscatului în urmă cu 100 milioane de ani, Bakker a ajuns la concluzia că dinozaurii au trăit chiar și în cele mai reci regiuni ale epocii respective, alături de numeroase animale endoterme;

3). raportul pradă/prădător. După cum este cunoscut, există o diferență sensibilă între modurile în care își asigură energia necesară metabolismului animalele endoterme și cele ectoterme. Întrucît animalele ectoterme își asigură o parte din energie din mediul înconjurător (mai precis din radiația solară), ele vor recurge la pradă într-o proporție mai mică decît animalele endoterme, care nu au altă sursă de asigurare a energiei. Prin prisma acestei diferențieri, Bakker a analizat cu atenție diferite biotopuri fosile dominate de dinozauri, găsind raporturi pradă-prădători foarte mari — dovadă a endotermiei dinozaurilor.

Să admitem, în concluzie, că dinozaurii erau ființe cu „sînge cald", înzestrate corespunzător pentru supraviețuire în condițiile terestre de acum, să zicem, 90 milioane ani? Tot ce se poate, dar aceasta nu a constituit o premisă suficientă pentru supraviețuirea lor în condițiile arătate mai înainte.

Vorbind despre evoluția Terrei în marele ansamblu stelar pe care îl reprezintă Galaxia noastră, am arătat că se observă o periodicitate de ordinul milioanelor de ani în evoluția climei terestre, determinată de mișcările pe care Terra le întreprinde în timpul rotației pe care Galaxia o efectuează în jurul propriei axe. După cum au presupus savanții sovietici A. Lavrov și B. Litchkov, un astfel de an galactic ar avea o durată medie

de 170 milioane ani, cuprinzînd trei faze distincte: faza glaciară, faza temperată (prezentă de 2 ori) și faza xerotermică, cu temperatură ridicată. Într-adevăr, dacă analizăm rezultatele studiilor de paleoclimatologie, putem trage concluzia că în ultimii 430 milioane de ani se pot reconstitui cu destulă ușurință doi ani galactici. Antepenultimul a debutat în urmă cu 430 milioane ani, la începutul Devonianului, a înregistrat maximul xerotermic la sfîrșitul Devonianului (în urmă cu 360 milioane ani), pentru a reintra în faza glaciară la sfîrșitul carboniferului (în urmă cu 260 milioane ani).

Ultimul an galactic a debutat în urmă cu 250 milioane ani, odată cu terminarea fazei glaciale de la sfîrșitul Carboniferului, a atins maximul xerotermic la sfîrșitul Triasicului (în urmă cu 190 milioane ani), pentru a intra în fază glacială în urmă cu 90 milioane de ani, la începutul Cretacicului superior. Pînă la sfîrșitul Cretacicului (în urmă cu 65 milioane ani), temperatura mai cunoaște doar o ușoară redresare, ea crescînd sensibil de-abia în Paleogen. În condițiile menținerii unui climat glacial pe o perioadă atît de lungă, nu este de mirare faptul că dinozaurii au sfîrșit prin a dispărea, fără a mai fi nevoie de incidența unor catostrofe terestre sau cosmice. Răcirea progresivă a climatului, precum și orogeneza intensificată (fapt caracteristic perioadelor de tranziție ale anului galactic), au putut modifica în mod drastic mediul de viață al dinozaurilor, modificare căreia aceștia nu i-au putut supraviețui, după ce dominaseră cu prestanță scena planetară timp de 150 milioane ani.

În felul acesta, evoluția vieții terestre a fost pusă pe un făgaș distinct, făcînd loc mamiferelor, care s-au grăbit să ocupe nișele ecologice lăsate libere de către dinozauri. Dacă nu s-ar fi petrecut astfel (cîți de „dacă" conține istoria de mii de ori milenară a planetei noastre?), poate că tabloul actual al vieții terestre ar fi arătat cu totul altfel. Nu numai că dinozaurii ar fi rămas stăpînii incontestabili ai uscatului și ai mării, dar poate că ei ar fi ocupat și loja ecologică supremă în care s-a instalat *Homo sapiens*.

Paleontologul american Dale Russell reamintește într-o lucrare a sa existența unui dinozaur biped, cu înălțimea de aproximativ 3 metri. Pe numele său *Stenonychosaurus*, acest biped reptilian avea un raport creier/corp apropiat de cel al mamiferelor primitive. Fiind animale cu „sînge cald", dinozaurii puteau deține resurse de adaptare și evoluție mult superioare reptilelor, cu care în mod greșit se consideră că se înrudesc. Acest *Stenonychosaurus* nu mai avea mult pînă la a dobîndi o formă umanoidă, devenind astfel instrumentul evoluției vieții spre rațiune.

Dar hazardul cosmic a decis altfel, optînd pentru mamifere, și deschizînd astfel o linie evolutivă în care se înscriu atît scriitorul acestor rînduri, cît și atentul lor cititor.

*
* *

TERRA ȘI OMUL

ORIGINEA OMULUI

Pentru a putea vorbi despre originea speciei noastre, trebuie să efectuăm o lungă călătorie în amontele timpului, pînă la momente situate cu 280 milioane ani în urmă, la sfîrșitul Carboniferului, perioadă de răspîndire explozivă a plantelor pe suprafața Terrei. Întinzîndu-se de la un pol la altul, se reliefa pe suprafața terestră un uriaș continent: Pangaea, care conținea în germene toate continentele actuale. Culoarea dominantă a uscatului era verdele, verdele intens al uriașelor păduri de conifere și ferigi, mustind de umiditate, și populate de miriade de insecte.

Între reptilele primitive care locuiau etajul inferior al acestor păduri se aflau și pelicozaurii, care se deosebeau de celelalte reptile printr-o deschidere în spatele ochiului care permitea un grad superior de mobilitate a maxilarului inferior. Această caracteristică se presupune că a adus un avantaj pentru pelicosauri în competiția lor cu alte reptile. Competiția apare însă și între indivizi asemănători, ea fiind în primul rînd legată de procurarea hranei. Unii au devenit carnivori, dezvoltîndu-li-se cu precădere maxilarele și dinții, în scopul capturării de pești sau vertebrate mici. Alții au ales ca sursă de hrană plantele, și poate că tocmai alimentația ierbivoră le-a adus acestora un avantaj care a contat decisiv în balanța evoluției.

Plantele conțin mai puțină energie decît carnea, fiind totodată mai greu de metabolizat decît aceasta. Consumarea lor necesită deci un sistem digestiv mai lung, fapt care antrenează modificări în anatomia organismului. În primul rînd, are loc o modificare a raportului volum/suprafață, care devine mai mare (întrucît volumul variază în funcție de pătratul suprafeței). La dimensiuni corporale medii, acesta este un avantaj,

căci suprafața prin care se pierde căldura se micșorează relativ, permițînd organismului să funcționeze mai eficient, și pentru o perioadă mai îndelungată. Acesta a fost primul pas spre endotermie, animalele devenind, ca să spunem așa „stăpîne" pe resursele lor energetice.

Desigur, cele mai spectaculoase forme de pelicosauri au fost cele ectoterme, între care *Edaphosaurus* și *Dimetrodon* erau înzestrate cu adevărate „pînze", structuri cutanate bogate în vase sanguine întinse pe „catarge" derivate din spinele vertebrale ale coloanei. Dar aceste forme au dispărut curînd, lăsînd locul unor forme perfecționate, înzestrate cu mijloace mai adecvate de supraviețuire. Acestea erau therapsidele (= maxilare de mamifer), animale endoterme, care au dat speciile din rîndul cărora s-au desprins mamiferele.

La sfîrșitul Permianului, cele mai evoluate therapside erau cynodonții (= cu dinți de cîine), al căror maxilar era bine înzestrat cu molari și dinți permanenți. În felul acesta, ocluzia dentară era serios îmbunătățită, fapt care permitea — lucru foarte important de altfel — mestecarea minuțioasă a hranei. Prin triturarea hranei, principiile nutritive erau utilizate mai eficient, cu atît mai mult cu cît cynodonții erau viețuitoare omnivore.

Nimic nu părea că mai poate opri marșul triumfal al cynodonților spre stadiul de mamifere, după un parcurs evolutiv care a durat 90 milioane ani. Dar factorii aleatorii și-au spus din nou cuvîntul: Terra a început să-și schimbe aspectul. Enormul continent Pangaea începe să se rupă în bucăți, pe noile continente apărînd condiții de trai mai aspre, pădurile s-au împuținat, și multe specii de viețuitoare, în primul rînd marine, dispar din biotopuri, îngroșînd stratul de fosile. În acest timp, forțată de modificarea condițiilor de trai, intră pe scena istoriei o nouă specie de reptile, archosaurii. Datorită unei tendințe pronunțate pentru staționarea bipedă, și mulțumită metabolismului lor endotermic, s-au impus cu autoritate thecodonții, care au devenit principalii concurenți ai therapsidelor.

Thecodonții erau ființe rapide, cu reflexe fulgerătoare. Chiar dacă urmașii lor (dinozaurii) au crescut de multe ori în talie în detrimentul acestor însușiri, ei au ajuns stăpînii întregii lumi. Efectiv, pînă la sfîrșitul Triasicului (în urmă cu 180 milioane ani), majoritatea therapsidelor au dispărut. Au supraviețuit numai ființe de talie mică, care se furișau pe căi lăturalnice pentru a nu ieși în drumul giganticilor dinozauri cu care împărțeau planeta. Selecția naturală a acționat cu vehemență, alegînd exemplarele mai dotate, celelalte fiind destinate a condimenta mesele dinozaurilor.

Dar am greși dacă am deplînge soarta acestor therapside evoluate, căci tocmai prin oprimarea lor s-a jucat o miză foarte importantă în procesul de evoluție, ele fiind subiectele unor transformări adaptative de mare importanță. În primul rînd, s-au produs schimbări în structura scheletului: regiunea lombară devine flexibilă, iar oasele din cele două centuri își schimbă forma, fapt care ușurează în mod considerabil fuga, singura formă de apărare împotriva uriașilor prădători. Oasele încetează de a mai crește toată viața, atingînd la un timp relativ scurt de la naștere dimensiunile definitive (spre deosebire de reptile, unde oasele cresc în permanență).

Probabil că mamiferele primitive erau ființe nocturne, insectivore. Aceste obiceiuri le fereau de agresiunile dinozaurilor, dar făceau necesare în același timp și organe de simț perfecționate, care să le asigure supraviețuirea într-o lume dominată categoric de giganții lor contemporani. Acum apare urechea perfecționată pe care o vor moșteni toate mamiferele, ca pe un important cîștig evolutiv. La therapsidele primitive, cîteva oase mărunte de la îmbinarea maxilarului cu craniul aveau un dublu rol: de susținere și de recepționare a vibrațiilor sonore. La mamiferele primitive, aceste oase încep să migreze în interiorul craniului, specializîndu-se în recepționarea vibrațiilor sonore, funcția de susținere a maxilarului fiind preluată de un os puternic, mai bine adaptat necesităților masticației.

În paralel cu dezvoltarea urechii, se produce o creștere importantă a finetii mirosului. Dar cea mai importantă evoluție o întîlnim la nivelul sistemului nervos central. Inițial o simplă centrală de recepționare a unor stimuli și de emitere a unor răspunsuri adecvate (ca în cazul reptilelor), creierul cunoaște o importantă creștere în volum, însoțită de dezvoltarea funcțională a diverselor zone. Informațiile primite de la organele de simț perfecționate dădeau mamiferelor primitive posibilitatea de a-și forma o imagine mai fidelă a lumii înconjurătoare, dîndu-le astfel un atu în plus în nemiloasa luptă a supraviețuirii.

Cu toate aceste îmbunătățiri, mamiferele au trăit zeci de milioane de ani în umbra dinozaurilor. Dovedind că rolul său în romanul vieții terestre nu poate fi neglijat, hazardul a intervenit drastic la sfîrșitul Cretacicului, scoțînd din cursă pe dinozauri. Dar greșim dacă ne închipuim că ceea ce a urmat

a fost un marș triumfal al mamiferelor pentru ocuparea nișelor ecologice rămase vacante în urma dispariției dinozaurilor. Mai întîi, mamiferele au trebuit să facă față concurenței exercitate de o serie de păsări uriașe cum ar fi *Diatryma* (înaltă de 2 m, cu un cioc deosebit de puternic) sau *Argentavis magnificens* (condor uriaș, cu deschiderea aripilor de peste 9 metri).

De-abia în Oligocen (epocă care începe în urmă cu 30 de milioane de ani) mamiferele încep să-și spună cuvîntul în calitate de stăpîne ale planetei, începînd diferențierea între ierbivore și carnivore. Tot în această epocă apar și primii giganți din rîndurile noilor stăpîni ai planetei: *Baluchiterium* (care privea lumea de la impresionanta înălțime de 6 m), *Deinotherium*, *Ambelodon* și *Budrichoterium* (care cîntărea cît trei elefanți maturi).

Și din nou are loc unul din acele — aparent — inexplicabile procese care schimbă făgașul dezvoltării vieții pe Terra. Deși acești uriași nu aveau a se teme de nimic, ei s-au stins brusc, la fel ca și ferocele carnivore *Machairodus* și *Smilodon*. În felul acesta, mamiferele mai „pașnice" s-au putut dezvolta în liniște, apărînd ordinul primatelor, care cuprinde omul, simienii și prosimienii.

În acest moment se cuvine să abatem expunerea pe un alt făgaș. După cum s-a putut constata, în cele prezentate pînă acum am vorbit în permanent despre dezvoltare și evoluție, privind speciile animale în dinamica lor complexă, generatoare de noi și noi forme de existență a vieții pe Terra. Astăzi, evoluționismul este un bun definitiv cîștigat pentru știință. Dar ideea de evoluție a bătut mulți ani la porțile ferecate ale obtuzității cu pretenții științifice, fiind în mod sistematic respinsă. De exemplu, în 1654 episcopul britanic Ussher a publicat un „documentat" tratat, din care rezultă că lumea a fost creată în data de 26 octombrie, în anul 4005 înainte de era noastră.

Cucernicul episcop, ca și majoritatea contemporanilor săi, împărtășea o concepție a unei lumi statice, care se păstrează nealterată în formele cărora le-a dat naștere creatorul supranatural, în anul 4005 î.e.n. De-abia sclipitoarele minți ale Iluminismului încearcă să sfărîme acest concept eronat, și în 1749 naturalistul francez Buffon îndrăznește să calculeze vîrsta Terrei, pe care o stabilește la „astronomica" cifră de 70.000 de ani (în notele sale nepublicate vorbește chiar despre o vîrstă de 500.000 de ani). Pentru a da glas unei concepții eliberate de bigotism, era nevoie de un spirit îndrăzneț și neînfricat. Acesta a fost Immanuel Kant, care a îndrăznit să evalueze vîrsta Terrei la sute de milioane de ani. În aceste condiții, era imposibil să concepi o planetă imobilă, cu condiții de mediu constante, și să admiți că speciile animale au putut rămîne neschimbate în intervale de timp atît de lungi. Evoluționismul se impunea aproape de la sine.

Primul care a propus o teorie a evoluției biologice a fost naturalistul și filozoful francez Jean Baptiste de Lamarck. Publicată în anul 1809, teoria lui Lamarck face unele concesii concepției idealiste, întrucît presupune că în fiecare organism există o tendință înnăscută spre perfecționare. O altă greșeală a lui Lamarck este credința în transmiterea ereditară a caracterelor dobîndite. Avînd în vedere faptul că evoluționismul lui Lamarck a fost conceput cu mult înainte de conturarea geneticii ca știință, meritul său istoric rămîne intact, el fiind primul care încearcă să reunească elementele necesare schițării filmului vieții terestre.

Charles Darwin s-a apropiat de problema evoluției din direcție opusă. El a fost frapat de marea mulțime de specii existente, mai exact de numărul mare de specii rezultate prin diversificare într-un spațiu geografic limitat. Acest interes este urmarea călătoriei de 5 ani pe care Darwin a făcut-o în jurul planetei la bordul vasului „H.M.S. — Beagle", una din călătoriile cele mai fructuoase pentru biologie. În Insulele Galapagos, el a constatat că pe fiecare insulă există cîte o formă aparte de broască țestoasă sau cinteză, care conțin în mijlocul lor potențialitatea creării de noi specii. În 1838, Charles Darwin a conceput procesul de evoluție a speciilor prin selecție naturală, teorie pe care a supus-o unui strict autocontrol timp de 20 de ani, ani în care a studiat cu atenție datele pe care zoologia timpului său i le punea la dispoziție.

În 1858, evoluționismul darwinist și-a făcut o intrare răsunătoare în lumea științei, printr-un raport pe care creatorul său l-a prezentat în fața Societății Linné din Londra. Raportul, împănat cu nenumărate observații personale și cu argumentații bine alese, a constituit materia primă a unei lucrări publicate la 24 noiembrie 1859: „The origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life" (Originea speciilor prin selecție naturală, sau păstrarea raselor favorizate în lupta pentru existență). Între tezele de bază ale darwinismului, două erau destul de apropiate de gîndirea lamarckiană: ființele vii sînt în continuă evoluție (1), evoluție care se prezintă ca un fenomen

gradual și continuu, care nu are discontinuități sau salturi bruște (2).

Elementele cu totul noi pe care Darwin le-a adus în gîndirea biologică sînt tot două la număr: originea comună (în plan filogenetic) a organismelor asemănătoare sau înrudite (1), toate speciile, familiile și formele specifice fiind rezultatul procesului de selecție naturală (2). Aici se află în întregime cheia sistemului darwinist: schimbările evolutive nu sînt rezultatul unei tendințe misterioase, sau ale unor acțiuni ale hazardului, ele sînt rezultatul unei legități, conform căreia este sortit supraviețuirii numai organismul mai bine înzestrat, mai pregătit pentru integrarea în mediu.

La 12 ani de la nașterea sa oficială, evoluționismul s-a implicat și în antropogeneză, moment marcat de publicarea în 1871 a lucrării lui Darwin „The Descent of Man" (Originea omului). Lucrarea a stîrnit o vîlvă pe care numai Copernicus și Giordano Bruno au mai creat-o cîndva. Sacrilegiul era cel puțin la fel de mare: după ce astronomii au infirmat „adevărurile" biblice, mișcînd Terra din centrul Universului, și plasînd-o în rîndurile planetelor obișnuite, ilustrul biolog englez scotea pe om din sfera creației divine, conferindu-i o origine terestră, și — mai grav! — animală.

O astfel de concluzie se impunea de la sine, chiar dacă ea nu a fost acceptată imediat de către lumea savantă. Rolul istoric al antropogenezei darwiniste a fost foarte important, ea fiind punctul de sprijin în combaterea neștiințificelor antropogeneze religioase sau empirice care dominau știința secolului al XIX-lea. În zilele noastre, acest rol istoric cunoaște o diminuare sensibilă (antropogeneza darwinistă triumfînd prin convertirea sau dispariția naturală a adversarilor), rămînînd în continuare pe deplin valabil rolul său de călăuză în cercetarea antropologică.

Progresele făcute în secolul nostru în multe domenii științifice, și în primul rînd în genetică, ne permit să evaluăm antropogeneza evoluționistă drept un sistem rațional clădit pe o premisă adevărată (originea animală a speciei umane), dar care nu oferă explicații pe deplin satisfăcătoare în legătură cu anumite particularități ale evoluției speciei noastre, de la stadiul simian la cel uman. Aceste particularități, care nu se încadrează decît cu mari eforturi în scenariul evoluționist clasic, pot fi sintetizate după cum urmează:

1). dobîndirea poziției bipede, care nu asigură nici un avantaj imediat strămoșului nostru simian, avantaj care să justifice permanentizarea ei. Practicarea poziției bipede este contrară regulilor de economie a evoluției căci, dacă ea nu aducea nici un avantaj imediat, aducea în schimb o serie de dezavantaje imediate;

2). creșterea explozivă a volumului cerebral (care nu depășește numai nivelul atins de celelalte primate, ci chiar și necesitățile concrete ale ființei umane), precum și importantele modificări petrecute la nivelul sistemului nervos central;

3). pierderea blănii, cel mai bun mijloc natural de apărare împotriva factorilor climatici și mecanici ai mediului;

4). exacerbarea instinctului sexual, care la om este separat de funcționalitatea strictă determinată de necesitățile de perpetuare a speciei;

5). apariția celui de-al doilea sistem de comunicare și a limbajului, mai ales în imensa varietate de forme care caracterizează actualul stadiu de dezvoltare a speciei umane.

Toate acestea sînt adevărate enigme, pentru a căror dezlegare s-au formulat teorii dintre cele mai îndrăznețe. Soluții de dezlegare au fost găsite în spațiul cosmic sau în mecanisme care țin de aparatul intrinsec al procesului evolutiv. Indiferent de punctele de sprijin ale acestor teorii, ele sînt unite în cadrul tentativei comune de a clarifica problemele legate de originea speciei umane, de a arunca mai multă lumină asupra îndepărtatei și nebuloasei origini a speciei noastre. În cele ce urmează, vom trece în revistă aceste teorii îndrăznețe, care ne vor servi ca termen de comparație pentru opiniile exprimate de unii savanți ai antropologiei.

ÎNGER SAU DEMON?

Una din cele mai severe critici ale scenariului evoluționist clasic o aduce savantul de origine austriacă Oscar Kiss Maerth, autorul unei lucrări cu larg răsunet internațional („Der Anfang war das Ende" — în traducere exactă, „Începutul a fost sfîrșitul"), care propune o viziune cu totul nouă și pe deplin personală asupra procesului de umanizare.

Conform afirmațiilor O. K. Maerth, abordarea evoluționistă „ortodoxă" este un proces imaginat de savanți „... care trebuie să dovedească că din maimuță se poate naște un homo sapiens, cu trup sănătos și morală înaltă, capabil însă să-și distrugă confrații cu bombe atomice și să zguduie alte corpuri celeste cu ajutorul rachetelor". Decît așa ceva, este desigur

mai simplu că crezi că „... dumnezeu, după ce a făcut universul să iasă din neant la o simplă poruncă, a trebuit totuși, ajuns la capătul puterilor, să modeleze omul cu propriile-i mîini".

Fără a intra (deocamdată) în analiza momentelor distincte ale procesului de transformare în om a strămoșului nostru simian, să trecem succint în revistă întrebările de bun simț pe care O. K. Maerth le ridică în fața evoluționismului darwinist:

1). Dacă presupunem că o modificare masivă a climatului a dus la restrîngerea teritoriilor ocupate de păduri, de ce strămoșul nostru a fost atît de stupid încît să fie singurul care să rămînă într-un mediu nou și complet ostil?

2). Care a fost mecanismul care a dus la apariția și generalizarea poziției bipede? Presupunerea că înălțimea ierbii din savană a stat la baza acestui proces este cel puțin simplificatoare — căci o iarbă de 1,10—1,20 m înălțime ar fi ascuns foarte bine pe principalii dușmani (lei, tigri, hiene), și ar fi dat posibilitatea prehominidului să contemple nestingherit girafele — care nu au fost niciodată carnivore ... Dacă iarba ar fi fost mai scundă, poziția bipedă ar fi fost inutilă, iar dacă iarba ar fi fost mai înaltă, inutilitatea ar fi fost cel puțin la fel de mare.

3). Ce avantaje imediate a adus poziția bipedă? Se pare că nici unul: viteza de locomoție a scăzut, a dispărut abilitatea de a se cățăra în copaci, odată cu prehensibilitatea membrelor posterioare (care de-abia erau pe cale de-a deveni inferioare ...).

4). În condițiile în care maimuțele antropoide utilizează destul de des poziția bipedă, și pot executa cu membrele anterioare operațiuni de o remarcabilă finețe și complexitate, de ce numai în cazul speciei umane utilizarea de unelte și relațiile din cadrul grupului (cu nimic mai dezvoltate, totuși, decît în cazul maimuțelor) au dus la dezvoltarea explozivă a volumului cerebral, evoluție fără precedent în întreaga filogenie a regnului animal?

Vom reveni cu alte întrebări, nu înainte de a da din nou cuvîntul lui O. K. Maerth: „Omul nu s-a format în acord cu principiile acestui univers, ci a acționat împotriva ordinii generale și s-a creat el însuși".

Iar cauza acestei evoluții nenaturale, O. K. Maerth nu se sfiește s-o facă publică: este vorba de canibalism.

Totul a început, afirmă O. K. Maerth, în momentul în care un individ din specia care urma să pășească pe calea umanizării a consumat creierul unui semen de-al său. În mod cert, faptul n-a fost deliberat, el fiind rodul unui accident sau al unei situații de foamete prelungită.

Dar consumul de creier și-a pus imediat amprenta pe comportamentul maimuței respective, care a constatat că în urma consumării creierului (și, în primul rînd, a glandei hipofize, situată în cutia craniană) pulsiunile sexuale s-au intensificat puternic. O situație deloc neplăcută — și maimuța căreia i se deschidea astfel mărețul drum al umanizării a început să caute cu osîrdie acest nou drog, mai tiranic decît oricare altul — drogul sexual.

Să deschidem o paranteză, și să aruncăm o privire în curtea științei „serioase", mai precis asupra lucrărilor fiziologului John Money (John Hopkins Medical School — S.U.A.). Acesta a efectuat timp de 15 ani cercetări asupra unor persoane cărora, din diferite motive, le-a fost extirpată glanda hipofiză. Rezultate au fost surprinzătoare, fiindcă la toți acești subiecți funcția sexuală fiziologică rămînea intactă, în timp ce libidoul era inexistent și dispărea orice manifestare spirituală de natura simpatiei, atracției sau iubirii. Efectiv, toate persoanele fără hipofiză erau imune la dragoste!

Fără îndoială, nu trebuie o demonstrație mai pertinentă a constatărilor anterioare, care au evidențiat rolul serotoninei (hormon al hipofizei) în reglarea activității sexuale globale a indivizilor.

Să ne întoarcem acum la vînătoarea de creiere, ocupație care ne trezește repulsia, dar a cărei existență O. K. Maerth încearcă să o demonstreze prin următoarele argumente:

— în nici un orizont arheologic îndepărtat nu au fost găsite cranii intacte (chiar dacă craniul constituie sistemul osos cu cele mai solide îmbinări);

— canibalismul se mai practică și în zilele noastre, în zone izolate din Papua-Noua Guinee și Amazonia;

— ca urmare a excesului de drog sexual, instinctul sexual a ieșit de sub incidența instinctului de perpetuare a speciei, intrînd în arsenalul tendinței de obținere de plăceri cu orice preț.

Să nu ne închipuim că strămoșul nostru simian a putut fi singurul animal care să cadă în robia drogului sexual. Experiențe de laborator efectuate asupra șobolanilor au arătat un fenomen similar. Acestor șobolani li s-au implantat în creier, mai precis în zonele care comandă activitatea sexuală, microelectrozi care, prin intermediul unor curenți slabi puteau excita zonele respective. Totodată, șobolanilor li s-a pus la dispoziție

și o clapă pe care o puteau acționa pentru a pune sub tensiune microelectrozii. Rezultatul? Șobolanii au acționat clapa pînă la completa ostenire, unii chiar pînă la moarte.

Ce concluzie se impunea? Aceea că toate animalele ar fi putut deveni prizoniere ale drogului sexual. Dintre toate, însă, numai strămoșul nostru a găsit calea de-a realiza aceasta. Iar rezultatul sîntem noi.

După cum am arătat, O. K. Maerth nu elaborează un sistem antropologic complet original, premisele sale fiind identice cu cele ale evoluționismului darwinist. Elementul cu adevărat original și inedit este afirmația că omul a început să practice canibalismul din dorința de-a intra în posesia drogului sexual — hipofiza.

Afirmația de mai sus ar putea aduce un pic de lumină în acest fenomen complex, contradictoriu și neînțeles care este canibalismul. Multă vreme, s-a considerat că el ar fi practicat în condiții extreme, în situații de foamete deosebit de severă. Dar practicarea lui de către populații care trăiesc în zonele ecuatoriale și tropicale, adevărate paradise terestre, infirmă această ipoteză. Mai mult chiar, la aceste populații canibalismul este practicat cu o deosebită constanță, prezentînd și o specializare concretizată în răpunerea de adversari numai cu scopul de-a le consuma creierul și hipofiza.

În altă ordine de idei, canibalismul a fost mult timp considerat a fi un rit superstițios, ultimă rămășiță a unei credințe religioase primitive. Avînd suficiente motive să considere că, în negurile preistorice, întreaga populație terestră a practicat canibalismul, O. K. Maerth subliniază cu sarcasm: „Dacă Lao-Tze, Buddha, Isus Christos, Mahomed și toți ceilalți fondatori de religii n-au reușit să dea omenirii o religie universală, o maimuță a realizat aceasta acum patru milioane de ani".

Fără îndoială, putem reproșa lui Oscar Kiss Maerth că se ocupă prea puțin de critica evoluționismului darwinist, fiind preocupat în primul rînd de adunarea elementelor care să fundamenteze premisele propriului sistem antropogenetic. Fiind deja familiarizați cu aceste premise, să procedăm la analizarea principalelor raționamente ale savantului austriac.

Primul pas al lui O. K. Maerth marchează schimbarea de optică pe care acesta încearcă s-o promoveze. Astfel, după ce covîrșitoarea majoritate a oamenilor de știință s-au bucurat de asemănările pe care le-au putut descoperi la om și la maimuțele antropoide, O. K. Maerth încearcă să scoată în evidență

deosebirile existente, și să încerce explicarea lor prin particularitățile procesului de umanizare.

Aceste deosebiri ar fi următoarele:

1). dispariția blănii, cel mai bun mijloc natural de protecție împotriva factorilor fizici ai mediului;

2). atenuarea și chiar dispariția semnelor periodice de fecunditate, fenomen de natură a perturba exercitarea eficientă a instinctului de perpetuare a speciei;

3). intensificarea activității sexuale, cauzată de consumul nemăsurat de drog sexual;

4). dezvoltarea puternică a creierului, sursă de grave deficiențe nervoase, dar în același timp factor favorizant al saltului calitativ spre activitatea cerebrală specific umană;

5). trecerea de la alimentația vegetariană sau omnivoră la una carnivoră, cu totul nepotrivită particularităților fiziologice ale corpului uman;

6). permanentizarea poziției bipede, sursă a numeroase tulburări fiziologice majore.

Să tragem concluzia că, cel puțin în primele etape, procesul de umanizare a dezavantajat vădit ființa umană, sfidînd orice regulă de logică a evoluției? Nu știm dacă O. K. Maerth a avut cunoștință de cuvintele scrise în urmă cu 200 de ani de către J. G. Herder, părintele spiritual al mișcării „Sturm und Drang". Dar ele par anume făurite pentru acest context „Iată în sfîrșit omul ... în mijlocul unei lumi plină de dușmani și de primejdii mortale, o creatură firavă, fără arme naturale, pus în fața bestiilor înarmate cu colți și ghiare ... gol, expus neajunsurilor tuturor intemperiilor, căutîndu-și hrana într-o sălbăticie ce producea doar ciulini și ghimpi ..."

Pilozitatea epidermică (mai precis, prezența ei), constituie pentru ființa umană prilej de numeroase și variate frustrări. Oamenii de știință vorbesc despre ea ca despre o regresiune atavică, dar oamenii de rînd (și, în primul rînd, grațioasele reprezentante ale sexului frumos) se simt de-a dreptul rușinați dacă sînt înzestrați cu o asemenea podoabă naturală.

Departe de stupidele convenționalisme și pudori ale omului contemporan, trebuie să subliniem faptul că blana constituie cel mai perfecționat mijloc de protecție pe care l-a putut dobîndi o viețuitoare terestră. Argumentele nu lipsesc:

1). blana creează la nivelul epidermei un microclimat aproape constant, care protejează organismele mamiferelor homeoterme de agresiunile termice ale mediului;

2). prin desimea și stratificarea perilor care-o alcătuiesc, blana protejează organismul de acțiunea factorilor mecanici ai mediului;

3). prin direcționarea perilor, blana contribuie în mod decisiv la îndepărtarea de epidermă a produselor de dezasimilație și a secrețiilor sebacee și seboree, precum și la evaporarea acestora fără modificarea microclimatului de la nivelul pielii;

4). fiind în permanență „gresați", perii din blană apără epiderma de apa rezultată din precipitații.

Prin goliciunea sa, omul nu numai că a pierdut avantajele de mai sus, dar a mai înregistrat și unele dezavantaje, cum ar fi: închiderea porilor pe întreaga suprafață a epidermei, deschiderea exagerată a porilor în zonele mai protejate (axială și pubiană-inghinală), creșterea riscului de îmbolnăvire prin răcirea accentuată a întregului organism în condițiile evaporației petrecute la nivelul epidermei.

În concepția lui Oscar Kiss Maerth, este cel puțin stupid să se considere că pierderea blănii de către om a fost ceva în legea firii, deci urmarea unui proces natural, de selecție evolutivă. Dimpotrivă, afirmă savantul austriac, această pierdere este una din cele mai bune dovezi ale faptului că drumul spre umanitate a trecut pe coclauri încă neumblați de natura terestră, sfidînd tot ceea ce natura a creat în materie de eficiență a procesului evolutiv.

Și, adăugăm noi, n-ar fi exclus ca nevoia de căldură și de îmbrăcăminte să fi fost, alături de primordiala nevoie de hrană, una din rațiunile permanentizării utilizării și păstrării de unelte de către ființa umană, aflată acum pe prima treaptă a sapienței.

Desigur, nu se putea ca sistemul antropogenetic al lui Oscar Kiss Maerth să nu aibă și puncte slabe, generate de strădania oricărui creator de sisteme de a cuprinde întreaga bogăție de elemente pe care o oferă realitatea, strădanie care evoluează de multe ori în sensul creșterii eterogenității — și, în ultimă instanță, al creșterii vulnerabilității sistemului.

În cazul de față, punctul vulnerabil îl constituie explicația oferită pentru trecerea la poziția bipedă. Conform afirmațiilor lui O. K. Maerth, trecerea la poziția bipedă s-ar fi datorat necesității de a ține capul ridicat, ca urmare a creșterii accentuate a părului în regiunea craniană. După critica pertinentă, pe care O. K. Maerth o adresează scenariului evoluționist clasic, ne puteam aștepta la o rezolvare mai elegantă a spinoasei

probleme a generalizării poziției bipede în cadrul populației hominide.

Totuși, un element interesant pe care îl aduce O. K. Maerth este explicarea creșterii accentuate a părului capului prin aportul crescut de energie pe care îl asigura în această zonă consumul de creier.

În altă ordine de idei, fiziologia viitorului om cunoaște și alte modificări esențiale. Grava dereglare a glandei hipofize duce, după pierderea blănii, la dispariția cvasi-completă a semnelor de fecunditate pe care toate mamiferele superioare le prezintă cu pregnanță, fiind o condiție esențială a eficienței actului reproductiv. Aceste semne sînt mult mai importante decît ne putem da seama la prima vedere, căci lipsa lor a putut duce la o nouă intensificare a activității sexuale.

Astfel, în domeniul activității sexuale, hominidul s-a trezit în centrul unui cerc vicios: prizonier al drogului sexual, el vedea dispărînd atît de necesarele semne de fecunditate. În aceste condiții, tentativele de împerechere se desfășoară haotic, cu o frecvență crescută, ceea ce face necesară consumarea de noi cantități de drog.

Intrînd mai adînc în inima problemei, O. K. Maerth are o adevărată vocație a afirmațiilor tăioase: „Omul este o maimuță drogată sexual, cu creierul bolnav" — afirmă el. Desigur, fiecare răspunde personal de afirmațiile pe care le face, și tocmai de aceea vom accepta cele de mai sus sub rezerva respectivei răspunderi.

Și acum, să vedem totuși ce s-a întîmplat cu creierul, „cutia neagră" a organismului nostru. Evoluția sa a fost spectaculoasă în primul rînd sub aspect cantitativ, el triplîndu-și aproape volumul într-o perioadă de aproximativ 3 milioane de ani. În al doilea rînd, saltul calitativ (termen pe care îl utilizăm aici în exclusivitate pentru a desemna trecerea la o nouă calitate) este efectiv fără precedent în întregul filum al materiei vii terestre.

Realitatea este că sîntem foarte mîndri de această evoluție, pe care fără nici o reținere o identificăm cu progresul. Tocmai de aceea, referindu-ne la saltul calitativ petrecut în organizarea materiei cerebrale a hominidului, am evitat să postulăm trecerea la o calitate superioară.

Substratul acestei exprimări prudente îl putem materializa într-o întrebare: să fi pierdut oare omul ceva în cursul procesului de umanizare? Teoria elaborată de O. K. Maerth

ne oferă un răspuns pozitiv — o nouă surpriză pusă la cale de bogata imaginație a savantului austriac.

Conform afirmațiilor acestuia, ca urmare a dezvoltării nemăsurate a creierului, omul a pierdut una din principalele însușiri pe care le prezintă materia cerebrală: posibilitatea de percepție și comunicare extrasenzorială. Nefiind în posesia confirmărilor experimentale ale existenței biocîmpului, O. K. Maerth a mizat foarte mult pe rolul îndeplinit de acesta ca mijloc de integrare activă în mediu și în grup.

Cercetările recente au confirmat această intuiție, arătînd caracterul aparte, energetic și informațional, al cîmpului propriu sistemelor vii, și punînd în evidență comunicarea prin intermediul acestui cîmp la toate nivelele de organizare a materiei vii, inclusiv la nivel celular.

Puterile ascunse ale creierului nostru sînt ultimele sosite în cîmpul de studiu al științelor moderne. Considerate a fi manevre vrăjitorești (în Evul Mediu) sau simple șarlatanii (în epoca modernă), fenomene cum ar fi telepatia, telekinezia, teleprezența, premoniția sau hipnoza încep de abia acum să fie privite ca fenomene materiale care însoțesc anumite aspecte ale activității cerebrale superioare, specific umane.

Să reținem în primă instanță doar ceea ce ne interesează în mod direct, și anume posibilitatea de a comunica la distanță (telepatia). Această abilitate, după cum demonstrează experimentele efectuate, nu este comună tuturor oamenilor, ea constituind un fenomen de incidență scăzută, ale cărui caracteristici fundamentale sînt încă destul de puțin cunoscute.

Avînd însă conturate cîteva concluzii referitoare la rolul biocîmpului în vehicularea de informații între sistemele vii, putem presupune că telepatia, materializată în transmiterea de stări emoționale și idei, este forma specific umană de comunicare prin intermediul biocîmpului.

De aici și pînă la a afirma că modalitatea primordială de comunicare între oameni a fost cea telepatică, drumul n-a fost mai lung de un pas. Pas pe care O. K. Maerth îl face cu dezinvoltură, afirmînd în concluzie că pierderea posibilităților telepatice de comunicare a fost una din consecințele cele mai directe ale dezvoltării anarhice și explozive a materiei cerebrale. Sub imperiul unor masive și profunde modificări materiale și structurale, creierul nostru s-a „scurtcircuitat", scoțînd din uz o serie de uluitoare posibilități ale materiei cerebrale — pe care le-am enumerat deja mai sus.

Din cînd în cînd, apar între noi ființe deosebite, în al căror creier s-au restabilit — prin grija hazardului — conexiunile ancestrale, ființe pe care, cu prejudecata ignoranței orgolioase, le considerăm a fi anormale.

Cînd, de fapt, ne putem pune întrebarea dacă nu cumva acestea sînt singurele ființe normale . . .

Savantul austriac se străduiește — într-un efort nu tocmai gratuit — să găsească și alte disfuncționalități în organizarea creierului nostru. Întreprinderea nu este deosebit de dificilă, fiind suficient a se trece în revistă tot ceea ce deosebește creierul nostru de creierul maimuțelor antropoide.

Iată, de exemplu, rîsul. O manifestare specific umană, care ne însoțește cu constanță pe parcursul întregii noastre vieți, asociată cu umorul, satira și buna dispoziție. Cu toate acestea, ne este foarte greu să dăm rîsului o definiție pe deplin satisfăcătoare.

Schopenhauer socotea rîsul „. . . cel mai important aliat al omului contra rațiunii". Freud ne furnizează o explicație seducătoare, definind rîsul ca o descărcare a naturii reprimate, a subconștientului copleșit de normele înguste ale civilizației. Desigur, definițiile sînt mult mai numeroase, dar le-am selectat pe acelea care se apropie mai mult de concepția lui O. K. Maerth.

Savantul austriac concepe rîsul ca pe un fenomen psihic cu o strictă determinare materială, avîndu-și originea în legăturile aleatorii și ilogice pe care le facilitează materia cerebrală care se află literalmente strivită în cutia craniană. Cu alte cuvinte, se conturează o nouă ipoteză a creierului „scurtcircuitat".

Să fie oare acesta un blestem de neînlăturat? Să fie oare ființa umană neputincioasă în fața acestui destin prea puțin binevoitor?

Se pare că nu. Există mijloace, chiar și paleative, de a remedia această situație. În acest sens, a făcut vîlvă la vremea sa experimentul întreprins de medicul olandez Willi van de Witt asupra persoanei proprii, constînd în deschiderea cutiei craniene și extragerea lichidului cefalo-rahidian.

Este cazul să menționăm că medicul olandez a efectuat acest experiment în tentativa de a elimina două din tarele pe care O. K. Maerth le atribuie poziției bipede: migrenele și vertijurile. Fără a avea, probabil, cunoștință despre teoria lui O. K. Maerth, medicul olandez a extras lichidul cefalo-rahidian cu intenția de a diminua presiunea asupra materiei ce-

rebrale găzduite de o cutie craniană prea strîmtă. Rezultatele nu s-au lăsat așteptate: afecțiunile pe care le acuza de Witt au dispărut aproape cu desăvîrșire.

Din păcate, succesul pe care Willi van de Witt l-a repurtat în tratarea unor afecțiuni cerebrale prin extragerea lichidului cefalo-rahidian, nu a făcut școală. S-ar putea ca prima explicație să fie insolitul conceptului de „creier scurtcircuitat", cu alte cuvinte imposibilitatea lumii medicale de-a accepta ca pe o realitate faptul că masa cerebrală se află înghesuită într-o cutie craniană de dimensiuni prea mici.

Pentru O. K. Maerth, această realitate constituie unul din elementele fundamentale ale propriului sistem antropogenetic. În felul acesta, afirmă el, se poate da o explicație foarte exactă unor manifestări aparte din preistoria umanității, catalogate de savanți suficienți drept acte rituale, legate de practici religioase pierdute în negura timpurilor.

Concret, este vorba despre deformarea craniilor și trepanație. O. K. Maerth afirmă că în urmă cu 50—40 000 de ani, omenirea și-a dat seama de pericolul pe care-l reprezenta perpetuarea practicii canibalice. Confruntată cu fenomene de neînțeles, între care de prim rang erau epilepsia și diversele maladii psihice care afectează și astăzi pînă la 15% din umanitate, umanitatea s-a văzut nevoită să ia măsuri.

Făcînd o legătură între evoluția masei cerebrale, a cutiei craniene și aceste afecțiuni, omenirea a descoperit și a practicat remediul imaginat în zilele noastre de Willi van de Witt. Întrucît în perioada respectivă extragerea lichidului cefalo-rahidian în scopul scăderii presiunii asupra creierului nu se putea realiza cu mijloace specifice secolului XX, s-a recurs la tehnica mult mai rudimentară a trepanației.

Fără îndoială, este destul de logică concepția conform căreia prin trepanație s-a încercat scoaterea din cutia craniană a unor tumori sau hematoame care împietau în mod sensibil asupra funcționării corecte a creierului.

Dar rata foarte mare de supraviețuire după astfel de operații, precum și faptul că acestea se practicau în majoritate în zona osului temporal (cel mai subțire al cutiei craniene), ne îndreptățesc să presupunem că trepanația a fost una din primele încercări ale umanității de a lupta împotriva efectelor nocive ale consumului de drog sexual.

Practica anumitor populații, de deformare a craniului nounăscuților prin metode care astăzi ni se par barbare, se înscrie în rîndul mijloacelor pe care omenirea le-a găsit în urmă cu

50—40.000 de ani pentru a combate urmările nefaste ale procesului de umanizare.

Dacă prin trepanație se urmărea scăderea presiunii în cutia craniană prin extragerea lichidului cefalo-rahidian, prin deformarea craniului, care ajunsese o adevărată artă la unele populații „primitive" din Africa și America de Sud, se urmărea redistribuirea presiunii, în sensul protejării zonelor celor mai importante. Utilizîndu-se rame din lemn și bandaje din diferite materiale, craniile erau deformate în plan vertical, căpătînd o formă specifică, tuguiată.

Astăzi, aceste practici au dispărut aproape cu desăvîrșire. Ele s-au transmis exclusiv pe calea mitului — căci ce este mitul altceva, decît amintirea deformată a unor fapte trecute, dar exemplare? O astfel de amintire trunchiată este coafura ciudată — rituală de această dată — pe care o practică unii contemporani primitivi ai noștri, și care seamănă izbitor cu craniile tuguiate ale strămoșilor lor . . .

Să mai efectuăm, împreună cu O. K. Maerth, o întoarcere în timp de 50.000 de ani, și să zăbovim în preajma momentului de răscruce pe care l-a reprezentat renunțarea, de către cea mai semnificativă parte a omenirii, la practicile canibalice. Fără îndoială, renunțarea nu era un proces simplu, avîndu-se în vedere cît de profund era implicat canibalismul în modul de viață al tuturor comunităților umane.

De aceea, problema nu se putea rezolva decît prin instituirea de restricții stricte, menite a face imposibil consumul de creier. Soluția a fost de o simplitate elegantă, pe care o putem admira fără nici o reținere. Ea consta în îngroparea morților, indiferent de cauza naturală, accidentală sau provocată a morții lor.

Obiceiul de a îngropa morții a fost pus în lumea savantă pe seama creșterii complexității morale a ființei umane. Primul tip de populație umană la care îngroparea morților s-a generalizat este Crô-Magnon, pe care majoritatea antropologilor o consideră precursoarea directă a omului contemporan. La omul de Crô-Magnon, apare într-un interval de timp foarte scurt un ceremonial (mai precis, o tehnică completă) a înhumării, care diferă foarte puțin, în aspectele ei esențiale, de ceea ce se practică astăzi în acest domeniu.

Pentru unii antropologi, omul de Crô-Magnon *(Homo sapiens sapiens)* este urmașul legitim al omului de Neanderthal *(Homo sapiens neanderthalensis)*. Dovezile antropologice nu prea susțin această afirmație — căci este greu de crezut că, după o evoluție lentă de 100.000 de ani, Homo neanderthalen-

sis a putut săvîrși într-un interval de numai 5.000 de ani (între 35—30.000 î.e.n.) un salt evolutiv absolut fără precedent.

Realitatea este că urmele lui *Homo neanderthalensis* dispar cu desăvîrșire în urmă cu 30.000 de ani, în timp ce *Homo sapiens sapiens* cunoaște o dezvoltare continuă (nu atît biologică, cît culturală și socială).

În lumina teoriei antropogenetice a lui O. K. Maerth, putem da o explicație insolită enigmaticului proces care a dus la apariția lui *Homo sapiens neanderthalensis*. Nefiind concurat în teritoriile sale de către *Homo sapiens sapiens* (aserțiune stupidă în condițiile unei populații umane totale de ordinul sutelor de mii de indivizi), se poate presupune că *Homo neanderthalensis* a dispărut de pe scena istoriei ca urmare a nerenunțării la canibalism. Mai inspirat, *Homo sapiens* a reușit acest lucru, prin „legiferarea" înhumării sau incinerării morților, reușind în felul acesta să limiteze în ultima clipă consecințele nefaste ale canibalismului.

Pentru această reușită, el a meritat din plin să fie numit *Homo sapiens sapiens*.

Ca orice savant care se respectă, Oscar Kiss Maerth speculează pînă la capăt posibilele implicații ale sistemului antropogenetic pe care l-a edificat, încercînd să descrie destinul omului în momentele ulterioare renunțării la canibalism.

Cu toată sapiența sa, *Homo sapiens sapiens* și-a dat seama prea tîrziu de tragica amploare la care au ajuns anumite aspecte nefaste ale evoluției lui. Unul din aceste aspecte este renunțarea la alimentația vegetariană sau omnivoră, și trecerea la o alimentație carnivoră. În general prezentată în mediile științifice ca un veritabil progres, rezultat al preocupării omului pentru obținerea unei hrane superioare, alimentația carnivoră este pentru O. K. Maerth numai o obișnuință derivată din practicile canibalice.

Este un fapt binecunoscut că maimuțele antropoide și strămoșii noștri au avut un regim alimentar prin excelență vegetarian. Tubul lor digestiv, de o lungime considerabilă, cu stomac relativ mare și intestine cu traseu sinuos, este specific acestui mod de alimentație. Într-un astfel de tub digestiv (specific și speciei umane), un rol important în asigurarea unui tranzit intestinal corect îl dețin substanțele celulozice conținute în hrana de origine vegetală.

Să prezinți trecerea la alimentația carnivoră ca pe un progres indubitabil înseamnă a face un imens compliment ferocelui tigru și abjectei hiene. Să evaluăm un pic problema în

termeni pragmatici: de cînd a fost care mai ușor să capturezi o gazelă sau un mamut decît să culegi un fruct? În altă ordine de idei, adoptarea de către om a alimentației carnivore se situează în rîndul evoluțiilor specifice omului, care au sfidat legile naturale ale evoluției.

După cum am arătat, omul are un tub digestiv relativ lung, mult mai lung decît al animalelor carnivore. Din această cauză, tranzitul intestinal la om este considerabil încetinit și, mai ales în condițiile stațiunii bipede, omul se vede confruntat cu o afecțiune care este considerată a fi o boală a civilizației, dar care l-a chinuit de multă vreme: constipația.

Tulburările în dinamica tranzitului intestinal, reunite sub numele de constipație, cauzează multe și variate necazuri ființei umane. În primul rînd, păstrarea îndelungată în intestine a toxinelor rezultate din digerarea cărnii contribuie la intoxicarea întregului organism (cei care mai practică și astăzi canibalismul susțin că omul nu are carne comestibilă).

Poate că nu ar fi deplasat să amintim aici zilele de post și de abstinență (deci, de purificare corporală) pe care le instituie toate marile religii ale omenirii, și pe care omul modern le disprețuiește în numele renunțării la superstiții și bigotism.

În al doilea rînd, aspectele mecanice ale continenței intestinale și rectale duc la apariția hemoroizilor, afecțiuni foarte incomode ale zonei rectale și anale.

După cum am amintit anterior, unul din argumentele pe care Oscar Kiss Maerth le aduce în sprijinul ipotezei evoluției nenaturale a omului este gama variată de afecțiuni tipice care se asociază cu stațiunea bipedă.

Cîteva din aceste afecțiuni sînt atît de adînc implicate în aspectele esențiale ale biologiei umane, încît știința medicală nu le-a acordat nici o atenție, sau le-a tratat cu o surprinzătoare superficialitate. Cîți dintre reprezentanții numitei științe știu cu precizie în ce măsură poziția bipedă îngreunează acest proces fundamental care este respirația? Știu ei că o bună parte din afecțiunile care astăzi sînt ținta unor medicații savante (începînd cu afecțiunile căilor respiratorii și terminînd cu cele generale) pot fi eliminate prin simpla creștere a eficienței respirației?

Dar să sistematizăm datele pe care ni le oferă știința medicală contemporană, și să enumerăm afecțiunile pe care le putem asocia cu poziția bipedă:

1). *Afecțiuni circulatorii*. Să nu uităm că sistemul circulator a fost creat de natură pentru a funcționa în condițiile

unei axe principale orizontale a organismului (și nu verticală, ca în cazul omului). La om, inima este supusă unui efort crescut, datorită faptului că atît în circulația cefalică, cît și în circulația abdominală, pelviană și a membrelor inferioare (într-un cuvînt, în marea circulație), ea trebuie să învingă în permanență forța gravitației terestre. Situația se găsește ameliorată în momentele rezervate somnului și odihnei, cînd corpul nostru se găsește în poziție orizontală (iată că putem găsi circumstanțe atenuante patricienilor romani, care și la banchete preferau să stea culcați . . .).

S-ar părea chiar că organismul nostru caută cu tot dinadinsul poziția orizontală. Nu este oare ciudat faptul că omul este singurul animal care leșină? Fără afectarea funcțiilor fiziologice esențiale menținerii vieții, pierderea cunoștinței (exceptînd situații emoționale deosebite) este o reacție de apărare a organismului nostru în fața unui ortostatism prelungit, mai ales dacă acesta este agravat de situații deosebite, cum ar fi înghesuiala sau căldura.

Nu este deci de mirare că deficiențele la nivel circulator se traduc în aspectele patologice diverse, localizate cu prioritate la nivelul membrelor inferioare: varice, tromboflebite, insuficiență venoasă, stază cronică.

2). *Afecțiuni ale sistemului osos.* La fel ca în cazul sistemului circulator, extensia pe verticală a sistemului osos nu a fost de bun augur pentru om. Dimpotrivă, a rezultat o axă osoasă fragilă, supusă multor pericole, inaptă în unele aspecte să mențină verticalitatea corpului, și cu atît mai puțin aptă să susțină omul în dificilul și complexul proces al muncii.

Pentru a crește rezistența coloanei vertebrale, principalul segment osos al scheletului, au apărut curburile sagitale fiziologice. La acestea însă se adaugă și o serie de curburi patologice, rezultate prin exagerarea sau alterarea curburilor fiziologice. Acestea sînt cifoza (exagerarea convexității posterioare), lordoza (accentuarea convexității anterioare) și scolioza (accentuarea curburilor în plan frontal — dreapta sau stînga).

Pe lîngă faptul că deformează aspectul trunchiului, afecțiunile coloanei vertebrale pot afecta dezvoltarea și funcționarea corespunzătoare a unor organe interne de maximă importanță, cum ar fi inima, plămînii, ficatul și stomacul. În altă ordine de idei, să nu neglijăm imensul handicap afectiv și moral pe care trebuie să-l surmonteze posesorul unei astfel de afecțiuni . . .

O afecțiune mai puțin deformantă, dar cu un pronunțat efect dureros, este spondiloza. Statisticile medicale arată că peste 60% din femei, posesoare ale unor mușchi toracici mai puțin dezvoltați dar avînd ca greutate suplimentară sînii, sînt afectate de spondiloză, care a ajuns să fie decretată boală profesională pentru funcționare și dactilografe.

Dar aspecte patologice nu întîlnim numai la nivelul coloanei vertebrale (a cărei verticalitate figurează în înțelepciunea proverbială a omenirii drept simbol al mîndriei și al voinței neînfrînte), ci și la nivelul altor segmente osoase sau articulații.

Astfel, la nivelul discurilor intervertebrale apar hernii (în limbajul popular, herniile lombare sînt cunoscute sub numele de „dureri de șale"), la genunchi apar rupturi de menisc. Și în mod foarte frecvent, mai ales la adulți, apar osteoartritele, procese degenerative ale articulațiilor mari, generate de greutate, microtraumatisme și de poziții vicioase. Efectiv, aproape că nu există ființă umană care să nu fi făcut cunoștință cu efectele nefaste pe care stațiunea bipedă le generează la nivelul sistemului osos.

3). *Afecțiuni ale sistemului respirator.* Omul este o ființă care a uitat arta de a respira. Căci, departe de a fi o tehnică decurgînd din determinarea biologică a organismului nostru, respirația se cere adaptată, cîteodată prin mecanismele acțiunii conștiente, la gama largă de situații care caracterizează bogata viață a ființei umane.

Este un fapt constatat că specia umană prezintă o eficiență scăzută a procesului de respirație, și putem evidenția în evoluția speciei noastre două elemente care au acționat în mod cert în direcția scăderii amintitei eficiențe: stațiunea bipedă și dezvoltarea limbajului.

În cazul stațiunii bipede, s-au petrecut la nivelul complexului respirator inversările de funcții pe care le-am putut evidenția atît în structura aparatului circulator, cît și a sistemului osos. Dacă, într-un organism cu axă orizontală, mușchii toracelui, diafragma și, în parte, mușchii abdominali, sînt utilizați în realizarea respirației, într-un organism cu axă verticală mușchii toracelui și ai abdomenului devin piloni de seamă ai verticalității. Ca urmare a acestei situații, ei își pierd libertatea de mișcare pe care o deținеau anterior, exercitînd totodată o presiune orescută asupra organelor interne, limitînd în mod considerabil mobilitatea diafragmei, sistem muscular de o importanță primordială în respirație.

Ca o consecință directă a acestei situații, respirația este considerabil îngreunată. Situația este cu atît mai tragică cu cît, în realitate, în programul genetic al organismului nostru se află înscrise toate comenzile necesare desfășurării unei respirații corecte. Dovada: copiii, pînă la vîrsta de 4—5 ani, prezintă o respirație abdominală completă (realizată cu largul concurs al mușchilor abdominali). Cu timpul, însă, se pare că imperativele estetice își spun cuvîntul, și oamenii renunță cu toții la respirația abdominală în favoarea unei respirații exclusiv toracice, insuficientă pentru acoperirea nevoilor de oxigen ale organismului.

Influențele nefaste pe care omul le-a înregistrat în cursul procesului de umanizare sînt de multe ori atît de bine ascunse, încît rămînem uimiți cînd le descoperim.

Am amintit anterior dezvoltarea limbajului în rîndurile factorilor care au contribuit la scăderea eficienței actului respirator. La prima vedere, afirmația este șocantă — dar să nu uităm că procesul fonator este realizat cu preponderență la nivelul cavității bucale, a cărei funcție inițială era masticația și formarea bolului alimentar (funcția de mijloc natural de apărare nici nu mai merită a fi amintită).

Confruntat cu criza posibilităților de comunicare, determinată de pierderea însușirilor suprasensibile, omul a fost nevoit să creeze un nou sistem de comunicare: limbajul articulat. Suplinind poate cu brio ceea ce comunicarea telepatică avea bun în ceea ce privește claritatea și culoarea comunicării, practicarea limbajului articulat a adus o serie de modificări în anatomia aparatului respirator și a segmentului superior al tubului digestiv.

Trebuie să avem în vedere faptul că emiterea unui sunet cu intensitatea de 70—80 decibeli necesită exercitarea asupra coardelor vocale a unei presiuni de peste 170 kgf/cm^2, vibrațiile astfel produse fiind o seamă modulate cu ajutorul limbii și a boltei palatine, dar majoritatea propagîndu-se în mediul intern al organismului, și punînd la grea încercare organele interne.

În altă ordine de idei, limbajul articulat aduce o gravă dereglare în funcționarea aparatului respirator. Să nu uităm că singura modalitate de a respira pe care ne-a indicat-o natura este admisia aerului pe cale foselor nazale, și în continuare prin faringe și trahee. Fosele nazale constituie un mijloc ideal de reglare a temperaturii aerului, fiind înzestrate în acest scop cu peri și cu mucoasă umedă, puternic vascularizată. Acest

rol al foselor nazale este scos în evidență și de particularitățile anatomice ale nasului la diferite populații, fiind bine cunoscut faptul că populațiile de munteni au nasul coroiat, acvilin, în timp ce populațiile care trăiesc în junglă au nasul foarte scurt și turtit, cu nări largi.

Utilizarea cavității bucale în procesul fonator antrenează de la sine o respirație bucală, greoaie și neregulată, timpii inspiratori fiind plasați ici și colo, în pauzele de vorbire, sau atunci cînd apneea a devenit insuportabilă. În aceste condiții, să ne mire oare diversitatea, gravitatea și frecvența afecțiunilor care lovesc sistemul respirator?

Ajunși în acest punct, putem trage linie și efectua o adunare. Rezultatul este, după cum era de așteptat în acest context, de natură a ne pune serios pe gînduri: ca urmare a practicării staționii bipede, în organismul uman apar o serie de grave disfuncționalități și afecțiuni, localizate la nivelul majorității segmentelor anatomice.

Cu toate acestea, staționea bipedă este o realitate ireversibilă, care și-a pus amprenta (să fi spus oare: stigmatul?) asupra întregii evoluții a speciei umane. După cum am arătat anterior, privită prin prisma logicii interne a biologiei, trecerea la staționea bipedă este un fapt care sfidează orice eficiență imediată a actului evolutiv. Pe de altă parte, staționea bipedă a eliberat mîna de servituțile locomoției, asigurîndu-i rolul de organ intermediar în procesul de cunoaștere, și de organ efector în procesul de muncă.

Iată că natura, gîndind ca un mare strateg, a preferat un sacrificiu imediat în favoarea unei adaptări reductoare, țintind spre deschiderea unor căi sigure de evoluție a vieții spre rațiune. Scopul este atins — tot ce rămîne de făcut este să căutăm modalitățile de diminuare a prețului pe care l-am plătit pentru înfăptuirea acestuia.

În acest sens, întîlnim în tradițiile diferitelor popoare elemente de civilizație materială și spirituală care reflectă un înalt grad de cunoaștere a disfuncționalităților pe care le aminteam mai sus. Nu este oare interesant faptul că în Japonia medievală se dormea în exclusivitate pe tatami (rogojini), folosindu-se drept pernă bucăți de lemn fasonate după forma capului? Din păcate, aceste sănătoase practici (care aveau ca scop evitarea deformărilor de coloană) au fost înlocuite de civilizația modernă cu utilități mult mai „comode" — de aceea, expresia „crescut în puf" reflectă evoluții negative atît în plan educativ, cît și sanitar.

În continuare, trebuie să arătăm că în decursul istoriei s-au arătat cu constanță preocupări pentru desfășurarea în bune condiții a respirației. Oratoria, atît de iubită în antichitate și în Evul Mediu, era în egală măsură o artă a elocinței și o artă a respirației, iar alexandrinul antic asigura recitarea unui poem în deplină concordanță cu ritmul natural al respirației.

Pentru a avea un tablou complet al problemei, va trebui să ne aplecăm un pic atenția asupra succeselor care s-au înregistrat pe linie sanitară în India antică.

Ne vom îndrepta atenția asupra tehnicii indiene a respirației (Pranayama), domeniu care ne interesează în cel mai înalt grad. După cum arată și numele („prana" = suflu vital, „yama" = stăpînire), această tehnică are ca ultim scop eficientizarea actului respirator, prin creșterea aportului energetic asigurat de aerul introdus în plămîni. Pentru aceasta, recomandările de ordin practic sînt următoarele:

— respirația se va efectua în exclusivitate pe cale nazală (în fazele avansate, și alternativ pe cele două nări);

— respirația trebuie să fie cît mai profundă, realizată prin dilatarea bazei toracelui, în așa fel încît să permită oxigenarea completă a țesutului pulmonar;

— ritmul respirației (în situația respectării prescripțiilor anterioare) trebuie în mod simțitor redus, pentru a fi acordat cu ritmurile fundamentale ale organismului, și pentru a putea fi, în același timp, menținut sub controlul manifestărilor voliționale.

În aceste condiții, tradiția afirmă că se poate reuși canalizarea și menținerea sub control a fluxurilor de energie care străbat magistralele nervoase ale organismului. Control realizat pe de altă parte, și cu ajutorul exercițiilor de gimnastică statică.

Rezultatele sînt reputate a fi dintre cele mai bune, și pot fi exprimate în termeni cum ar fi: vigoare, echilibru, longevitate. Totul, subliniem încă o dată, în primul rînd printr-o respirație corectă, care seamănă în bună măsură cu respirația pe care trebuie s-o fi avut ființa umană înainte de practicarea stațiunii bipede și a limbajului articulat.

O întrebare se impune: ce este de făcut? Putem afirma, că așa cum indienii din vechime au pus la punct o atît de sofisticată tehnică de respirație, și omul modern poate cunoaște și controla printr-o respirație corectă procesele energetice din corpul său, contribuind astfel — poate decisiv — la ameliorarea și diminuarea efectelor negative ale stațiunii bipede.

Înainte de a ne despărți de Oscar Kiss Maerth și de inedițul său sistem antropogenetic, să vedem care este rolul pe care savantul austriac îl atribuie sexualității în existența umanității.

După cum am arătat, O. K. Maerth susține cu tărie că apariția speciei umane este un fapt care contrazice legile naturale ale evoluției, realizat pe calea practicării canibalismului. Canibalism care, la rîndul său, a fost determinat de tendința omului primitiv de a procura și consuma drogul sexual: creierul și în special glanda hipofiză. Tot atunci, am subliniat că, fără a beneficia de sprijinul nostru, teoriei lui O. K. Maerth merită să i se acorde atenție, ea oferind destule sugestii interesante de răspuns la actualele probleme ale antropogenezei.

Printre acestea, rămîne în sfera preocupărilor noastre problema sexualității în sine — activitatea psiho-fiziologică care în societatea umană este înconjurată de nenumărate false pudori și idei deformate (reductoare sau hiperbolizante). Pentru O. K. Maerth, toate aceste manifestări, care la prima vedere par de neînțeles, sînt lesne explicabile dacă avem în vedere sentimentul de culpabilitate pe care omul l-a încercat în decursul timpurilor ca urmare a practicării canibalismului în scopul intensificării activității sexuale.

Să existe oare în „Biblie" referiri (vage — ce-i drept) la momentele de început ale speciei umane? Acordînd oarecare credit respectivei scrieri, putem interpeta mitul biblic al decăderii primilor oameni ca urmare a consumării „fructului cunoașterii" ca pe o relatare deformată a rușinoaselor momente de canibalism. O. K. Maerth răspunde afirmativ acestor două întrebări, și recurge chiar la o plastică comparație, asemuind creierul și măduva spinării cu un pom, al cărui fruct, desigur, nu poate fi decît sapiențial.

Cu o condamnabilă lipsă de fantezie, tradiția creștină a asimilat „fructul cunoașterii" cu banalul măr, complicînd în mod considerabil enigmele care roiesc în jurul problemei. Revenind la parabola inițială, putem vedea în șarpe, personaj care vehiculează cu abilitate ispita, un simbol la fel de pertinent al materiei cerebro-spinale.

Căci, să un uităm, în mai toate mitologiile șarpele apare ca un simbol al inteligenței extreme. Iar în cazul mitului biblic, această inteligență este și nefastă.

Pentru a fi corecți, trebuie să recunoaștem că mitul biblic al antropogenezei poate fi întrepretat în diferite feluri,

iar teoria lui O. K. Maerth nu apare a fi cu mult mai credibilă decît restul de abordări ale problemei. Ea capătă girul unei credibilități crescute de-abia atunci cînd este susținută cu alte argumente.

Iată, de exemplu, pudoarea, care reunește sub genericul ei un evantai foarte larg de manifestări umane, începînd cu mascarea obsesivă a zonelor erogene și sexuale, și terminînd cu atmosfera de mister care înconjoară activitatea sexuală propriu-zisă. Oare să fie toate acestea un reflex, neînțeles nouă, al „păcatului originar?". Oricare ar fi răspunsul, trebuie să convenim că activitatea sexuală umană se diferențiază net de activitatea sexuală a celorlalte specii animale.

Aici ar putea fi găsită una din rădăcinile complexului fenomen social care este familia. Să ne închipuim o vreme, spune O. K. Maerth, în care omul îmbibat de drog sexual intensificase pînă la paroxism activitatea sexuală, relațiile sexuale desfășurîndu-se haotic. Spre deosebire de lumea animală, unde partenerul sexual este ales cu grijă, în baza unei stricte determinări biologice, în cadrul speciei umane masculul este oricînd gata a se acupla cu o femelă care întrunește atributele feminității.

Să recunoaștem, aceasta este o situație cel puțin nocivă, și soluția pe care comunitatea umană afectată de viciu a găsit-o a fost permanentizarea legăturilor sexuale între parteneri cu afinități biologice, prin instituția familiei. Din păcate, nu putem ști dacă la începuturile istoriei toate familiile aveau la temelie un sentiment împărtășit (ca indicator al compatibilității celor doi parteneri).

La întrebarea dacă teoria savantului austriac conține un grăunte de adevăr sau este falsă, istoria este cea chemată să ofere un răspuns. Pentru moment, am trecut-o în revistă cu interesul legitim pe care-l trezește orice teorie nouă, și cu considerația cuvenită celor care se aventurează în conul de umbră al științei.

MAIMUȚA ÎNȚELEAPTĂ

În lumea animalelor necuvîntătoare, selecția sexuală are un rol esențial în buna funcționare a mecanismului de perpetuare a speciei, asigurîndu-se astfel valoarea biologică a descendenților și vigoarea întregii specii.

La om, mecanismul selecției sexuale este colmatat sub un noian de prejudecăți, convenințe și false pudori, izvorîte toate din experiența sa socială. Criteriile izvorîte din sfera relațiilor sociale dețin de multe ori o poziție preponderentă, fapt ale cărui rezultate finale nu sînt îmbucurătoare. Să amintim numai faptul că aproximativ 15% din oameni sînt purtătorii unor dereglări genetice, procent care pare imens și care, într-adevăr, nu poate fi pus pe seama unei ipotetice labilități a structurilor genetice umane.

Întregul mecanism al relațiilor între selecția sexuală și canoanele sociale umane poate fi pus în evidență prin unele principii ale psihanalizei fondate de Sigmund Freud. Este vorba despre un „clasic" conflict între cele două nivele ale activității psihologice: conștientul și subconștientul. Sexualitatea își are rădăcinile în subconștient, fiind o activitate cu o determinare biologică foarte profundă, programată a se desfășura în bună parte la nivelul actelor reflexe.

La rîndul său, conștientul este sediul unor imperative de ordin social, care nu au nici o legătură cu activitatea sexuală, dar au o reală influență opresoare asupra acesteia. Astfel, după debutul maturizării sexuale (care are loc la vîrsta de 15—16 ani) individul este obligat să aștepte, pentru debutul „legal" al activității sexuale, vîrsta maturității sociale (18 sau 21 de ani). Implicațiile economice și sociale ale vieții de familie ridică în calea întemeierii de familii — ca formă exclusivă de desfășurare a activității sexuale pe care o admite societatea — o serie de obstacole, de multe ori insurmontabile. De multe ori, acționează criterii discriminatorii, legate de vîrstă, loc de origine, profesiune, rasă sau convingeri religioase.

Toate acestea se interpun cu brutalitate între parteneri, care, sub impulsul unei chemări sincere, de multe ori neînțeleasă (care izvorăște din subconștient), convin să întemeieze o familie. Intervenție brutală care este cauza unor refulări foarte intense, conștientul „aruncînd" pur și simplu înapoi în subconștient tot ceea ce nu se încadrează în sistemele de conduită pe care le găzduiește.

Iar subconștientul se răzbună. El nu este nicidecum un mielușel, ci un leu înfuriat care caută o portiță de ieșire la fiecare colț al cuștii în care se află închis. Și, spre deosebire de lei abrutizați din grădinile zoologice, subconștientul află mereu portițe care să-i deschidă accesul în sfera conștientului.

O astfel de portiță o constituie activitatea onirică. Cu toții visăm, chiar dacă la unii dintre noi această activitate psihică

se conștientizează mai greu, sau este supusă uitării (de multe ori, știm la trezire că am visat, dar nu ne aducem cu precizie aminte conținutul visului). Totuși, indiferent de modalitatea concretă în care se desfășoară, activitatea onirică este de maximă importanță pentru echilibrul psihic al omului, a cărui complexă personalitate se află la confluența conștientului și a subconștientului.

Experiențele efectuate asupra unui număr de pisici a probat din plin această afirmație. Puse fiind sub observație, s-a urmărit instalarea la aceste pisici a stării de somn paradoxal, în cuprinsul căreia se derulează întregul program oniric comandat de către subconștient. Trezite cu regularitate la instalarea somnului paradoxal, pisicile au devenit în scurt timp neliniștite, apoi au început să dea semne de agresivitate.

Și în cazul omului se întîmplă un caz similar. Prin eliminarea somnului paradoxal, la scurt timp apar semne de alterare a funcțiilor psihice majore, instalîndu-se stări nevrotice agresive, asociate cu halucinații produse în stare de veghe. În lupta dintre conștient și subconștient, cel din urmă a avut un indiscutabil cîștig de cauză.

Revenind la cele arătate în legătură cu instinctul sexual uman, putem afirma că acesta este cel mai puternic refulat sector al subconștientului nostru. Ca atare, în subconștient vor predomina aceste refulări, și majoritatea mesajelor emise de către ele vor avea un substrat de natură sexuală. Afirmația lui Freud în această privință este corectă — greșit ni se pare numai modul în care părintele psihanalizei absolutizează rolul factorilor sexuali.

Dar a existat o vreme în care instinctul sexual nu a fost obiectul intenselor refulări pe care le înregistrăm astăzi. Să dăm deci cuvîntul antropologilor, pentru a înțelege ce rol a putut juca sexualitatea în complexul proces al apariției și dezvoltării omului.

Problema sexualității umane, și mai ales posibilul rol al sexualității în procesul de devenire a speciei umane, se află în zona cea mai sensibilă a preocupărilor antropologilor. Această sensibilitate, care se traduce în ultimă instanță în circumspecție, este justificată din cel puțin două puncte de vedere.

În primul rînd, este vorba de sentimentul de pudoare și de reținere pe care le încearcă orice om, oricît de detașat ar dori să pară, în fața acestei complexe problematici. În al doilea rînd, nu putem avea certitudinea că sexualitatea ar fi jucat un rol de seamă în evoluția speciei noastre, actuala ei înfățișare putînd fi, la fel de bine, rezultatul și nu premisa acestei evoluții.

Sînt, totuși, oameni de știință care nu se sfiesc în fața acestei dileme, și o abordează cu încrederea ce-i caracterizează pe deschizătorii de drumuri. Un astfel de savant este Helen E. Fisher, doctor în antropologie, cadru didactic la „School for Social Research" — New York, S.U.A. Analizînd posibila structură a unui grup de hominizi de acum 1,5—2 milioane ani, Helen Fisher pleacă de la premisa, constatată în lumea animalelor necuvîntătoare, că femelele tuturor speciilor de mamifere prezintă în perioada ovulației o serie de semne de fecunditate, odorifice sau comportamentale, care au rolul de a atrage masculii.

În funcție de particularitățile fiziologice ale fiecărui individ, aceste semne sînt mai mult sau mai puțin evidente, iar durata lor este, de asemenea, cuprinsă între limite foarte largi. Mai ales dacă femelele din această categorie au un potențial reproductiv crescut, ele vor fi mai căutate de către masculi, vor fi fecundate mai des și vor aduce pe lume mai mulți urmași.

Să nu uităm că, în urma practicării stațiunii bipede, nașterea a devenit un proces greoi, dureros și traumatizant, rezultat al strîmtării considerabile a bazinului. Poate că una din urmările acestei situații, afirmă savanta americană, a fost dereglarea programului natural al nașterii, în sensul scurtării vieții intrauterine a fătului, sau al încetinirii dezvoltării acestuia în intervalul respectiv. Acest fapt a făcut ca noii născuți să fie tot mai neputincioși, să necesite tot mai mult, în prima perioadă a vieții, prezența și ajutorul mamei.

Helen E. Fischer presupune că existența nou-născuților neputincioși a fost punctul de plecare al unui interesant proces de selecție naturală. Astfel, după cum pare și normal, femelele care desfășurau înainte de graviditate o activitate sexuală susținută erau și primele care o reluau imediat după dispariția urmelor nașterii.

În comunitățile hominide, puiul era nelipsit de lîngă mamă, apropiere accentuată odată cu creșterea gradului de dificultate a nașterii și apariția de descendenți mai puțin dezvoltați În aceste condiții, copiii erau în apropierea mamelor lor chiar dacă acestea erau pe punctul de a trăi o „aventură galantă". Ca urmare, ei se bucurau de o protecție mai bună, fapt care le conferea mai multe șanse de supraviețuire. Totodată, fiind în preajma unui grup format ad-hoc sau a unui cuplu, micuțul

hominid se bucura și de o hrană mai bună — element esențial pentru asigurarea supraviețuirii.

În perspectivă istorică, aceste evoluții au putut duce la selectarea unei linii de indivizi cu sexualitate accentuată, a căror șansă de reușită în fața condițiilor vitrege de mediu se vedea astfel în mod simțitor crescută.

După ce l-am analizat pe O. K. Maerth, ipoteza savantei americane nu pare a fi deloc deplasată. Totuși, există și unele aspecte care i se pot imputa:

— nu se explică care au putut fi mecanismele care au determinat apariția unor diferențe atît de mari între femele, în ceea ce privește activitatea sexuală (atîta timp cît la nici una din speciile de maimuțe antropoide nu se observă ceva similar)?

— ipoteza pare inconsistentă, întrucît minimalizează rolul femeii în apărarea progeniturii. După părerea noastră, tot acesteia i-a revenit întotdeauna această sarcină de maximă importanță în perpetuarea speciei, indiferent de numărul de pretendenți masculi care au înconjurat-o;

— lipsește analiza posibilelor implicații ale mecanismelor de transmitere genetică a informației biologice. Întrucît, în lumina celor de mai sus, nu mai avem certitudinea avantajului deținut de purtătorii genei stimulării activității sexuale, mecanismele genetice au putut foarte bine acționa în sensul diseminării acestei informații în rîndurile comunității hominide.

Există și persoane pe care însăși numele le recomandă drept asidue cercetătoare în domeniul sexualității umane. Iertată ne fie maliția, dar ideea ne-a fost inspirată de numele antropologului american C. Owen Lovejoy (în traducere liberă, „bucuria de a iubi"). Acesta încearcă, prin mijloace proprii, să rezolve problema avantajelor majore care au determinat strămoșul nostru prehominid să adopte poziția bipedă.

Începînd cu secolul XIX, răspunsul cel mai agreat la această întrebare era că statiunea bipedă permite utilizarea mîinilor pentru fabricarea de unelte, fapt care asigură omului superioritatea față de animale. Dar C. O. Lovejoy se diferențiază net de această opinie, și susține că statiunea bipedă ar fi de fapt legată de sexualitate, și de o strategie reproductivă specifică speciei umane. În mod concret, ar fi vorba despre o determinare biologică a diviziunii funcțiilor de reproducere și de subzistență între cele două sexe: femela, ființă cu rol pasiv, are rolul de a aduce pe lume descendenți, în timp ce masculul,

ființă activă, asigură prin munca sa subzistența întregii familii.

Lovejoy își fundamentează teoria pe descoperirile antropologice din ultimii ani, cînd tabloul evoluției umane s-a conturat mai clar ca oricînd. Acum se știe cu precizie că cel mai îndepărtat strămoș direct al speciei umane este *Australopithecus afarensis*, care a trăit în zona centrală a Africii în urmă cu 3 pînă la 4 milioane de ani. Cele mai vechi urme ale sale se află întipărite în cenușa vulcanică fosilă de la Laetoli (Tanzania), cenușă avînd respectabila vîrstă de 3,5 milioane ani.

Ca urme ale lui *Australopithecus afarensis* au rămas și cîteva piese de schelet, vechi de aproape 4 milioane ani. Toate indiciile de pînă acum au dus antropologii la concluzia că strămoșul nostru practica deja poziția bipedă în urmă cu peste 3 milioane de ani. Să nu uităm, pe de altă parte, că cele mai vechi unelte fabricate de om au vechimea de „numai" 2,5 milioane ani, fiind descoperite în Etiopia de către arheologul Hèlèn Roche, care în felul acesta a demonstrat că australopitecul african a început să se deplaseze în poziție bipedă cu mult înainte de a fabrica și utiliza unelte.

Dacă este adevărat că *Australopithecus afarensis* utiliza poziția bipedă înainte de a trece la producerea de unelte, înseamnă că o bună parte din datele considerate certe ale antropologiei trebuie înnoite, și în primul rînd coordonatele cauzale ale raportului statiune bipedă — evoluție umană.

O astfel de înnoire încearcă să aducă și C. O. Lovejoy prin originalul său sistem antropogenetic. După cum am lăsat să se înțeleagă mai înainte, postulatul acestuia este diviziunea sarcinilor și a atribuțiilor în comunitățile prehominiene. De asemenea Lovejoy descoperă aici și o strategie reproductivă, specifică speciei de hominide în care își are originea specia umană, strategie menită a permite aducerea pe lume și creșterea unui număr mai mare de descendenți. În felul acesta, linia hominidă a fost singura, în rîndurile primatelor, care a putut ține piept ofensivei maimuțelor cercopitecide (babuini, macaci), care amenințau să ocupe toate nișele ecologice disponibile.

Observația nu este lipsită de temei: în Miocen (deci, cu 8 milioane de ani în urmă) maimuțele pongide — gorila, cimpanzeul, orangutanul și gibonul — erau cu mult mai abundente decît în prezent. De atunci, cercopitecidele și-au extins considerabil aria de răspîndire, în timp ce pongidele trăiesc în arealuri restrînse, situate în regiunile cuatoriale ale Africii

(gorila și cimpanzeul) și în insula Kalimantan (orangutanul). Secretul acestei spectaculoase evoluții îl constituie capacitatea reproductivă crescută a maimuțelor cercopitecide, capabile să asigure o descendență mai numeroasă.

Omul constituie un caz aparte: pe deplin asemănător morfologic și funcțional cu maimuțele pongide, capacitatea sa reproductivă se apropie mai mult de cea a cercopitecidelor — aceasta fiind singura explicație a faptului că o maimuță din rîndul pongidelor nu a cunoscut soarta oprimantă a acestora, căpătînd o extindere planetară, care depășește nu numai răspîndirea oricărei specii de maimuțe, ci și a oricărei alte specii animale.

Pentru a explica această particularitate, C. O. Lovejoy recurge la studii de anatomie și fiziologie comparată, menite a evidenția deosebirile existente între om și maimuțele pongide, în speranța elucidării numeroaselor aspecte ciudate ale evoluției umane.

Primul fapt care îl remarcă Lovejoy este că specia umană a pierdut semnele de fecunditate, care sînt bine reprezentate la celelalte primate. În cazul cimpanzeilor, de exemplu, în perioada ovulației femelele au regiunea genitală tumefiată, fapt care constituie un indiciu sigur pentru masculi și stimulează acuplarea. În cazul omului, relațiile sexuale au un caracter continuu, fără legătură cu perioada de fecunditate, fapt care ar putea sta — după afirmațiile lui Lovejoy — la baza apariției cuplului monogam în cadrul speciei umane.

Pe de altă parte, antropologul american presupune că formarea cuplurilor monogame ar putea fi, de asemenea, rezultatul unor evoluții în posibilitățile de subzistență ale speciei. În cazul maimuțelor antropoide, are loc în general o separare a grupului pe sexe, femelele fiind îngreunate în deplasare de prezența puilor, fapt care le determină să evite deplasările. Masculii, în schimb, străbat teritorii întinse în căutarea hranei, fapt care împietează, în ultimă instanță, asupra securității progeniturii și a posibilităților de abordare a unor noi partenere.

Soluția nu putea fi alta decît crearea de unități complexe, care să reunească cîte un individ din cele două sexe. Aceasta este familia, și Lovejoy afirmă că această „familie nucleară" ar fi cauza primă a declanșării procesului de umanizare. Căci, afirmă el, în acest nucleu familial femela poate să se consacre în întregime creșterii urmașilor, în timp ce masculul are posibilitatea de a străbate zone întinse în căutarea hranei pentru sine și pentru familia sa. Acum, însă, intervine lovitura de

teatru: masculul nu-și putea îndeplini munca de aprovizionare, datorită faptului că se deplasa încă pe toate cele 4 membre, la fel ca celelalte maimuțe antropoide.

Pentru a transporta alimentele, masculul va trebui să utilizeze membrele superioare, în timp ce membrele inferioare vor rămîne în continuare destinate locomoției. Femela sedentarizată va putea da naștere mai multor pui, pe care îi va crește, asigurînd astfel perpetuarea și răspîndirea speciei umane. În acest fel, Lovejoy rezolvă radical atît problema staționii bipede, cît și problema succesului reproductiv al speciei căreia îi aparținem.

Din păcate, concluziile lui Lovejoy nu sînt de natură a cîștiga adeziunea oamenilor de știință. Totul pare a fi un simplu raționament logic, fără multă acoperire în planul realității. După cum arată antropologii Johanson și White, australopitecul primordial nu este numai la originea liniei evolutive care a culminat cu *Homo sapiens*, ci și a liniei australopitecilor, care s-a stins cu mult timp în urmă. În felul acesta, *Australopithecus afarensis* ar fi punctul de plecare a două linii filogenetice diferite, prima cuprinzînd seria *Homo habilis, Homo erectus, Homo sapiens*, iar cea de-a doua seria *Australopithecus africanus, Australopithecus robustus* (pe același plan cu *Australopithecus boisei*).

După afirmațiile lui Lovejoy, între aceste două linii distincte ar fi trebuit să existe mari deosebiri în ceea ce privește strategia reproductivă. Aceasta, întrucît prima dintre ele s-a înmulțit într-un ritm susținut și a potopit întreaga planetă, în timp ce cea de-a doua s-a stins dispărînd rapid de pe scena istoriei. Privind prin lumina datelor antropologice, linia australopitecilor ar fi trebuit să aibă o capacitate reproductivă chiar mai slabă decît maimuțele pongide, care au reușit să supraviețuiască pînă în prezent.

În acest punct, datele se bat cap în cap, căci este imposibil să ne imaginăm că din același strămoș au putut rezulta două linii distincte, cu însușiri atît de diferite. Pentru a putea explica succesul liniei *Homo*, se presupune că strămoșul inițial ar fi avut o capacitate reproductivă crescută, fapt care contravine evidențelor referitoare la linia *Australopithecus*. Pentru a căpăta girul credibilității, teoria lui Lovejoy ar fi trebuit să deducă superioritatea liniei *Homo* prin date concrete, antropologice, și nu prin supoziții fără acoperire în realitate.

Oricum ar aborda problema, antropologul american nu poate demonstra superioritatea liniei *Homo* asupra liniei *Aus-*

tralopithecus sau asupra maimuțelor pongide. Chiar și problema receptivității sexuale permanente a femelei poate fi reanalizată, căci este de presupus, totuși, că femelele prezentau un comportament sexual mai pronunțat în momentele de ovulație (deci, cînd fecunditatea este maximă). Și, în sfîrșit, avem suficiente motive să presupunem că statutul pe care Lovejoy îl propune pentru activitatea femelei, de susținere a activităților sedentare, de naștere și creștere a copiilor, este în multe aspecte eronat, și merită o discuție mai amplă.

În interpretarea teoriei antropogenetice a lui C. O. Lovejoy putem recurge la o paralelă facilă, și anume să comparăm prezumptiva „familie nucleară" cu actualele comunități umane, care trăiesc în plină preistorie. De la început, trebuie să arătăm că în aceste comunități rolul femeii este mult diferit de cel sedentar pe care i-l atribuie Lovejoy. Dimpotrivă, în triburile care mai trăiesc și acum din vînătoare sau cules, femeile nu sînt cîtuși de puțin sedentarizate, și nu stau în tabere în așteptarea hranei adusă de bărbați . . .

La triburile boșimane San, care trăiesc în Africa australă, diviziunea muncii în cadrul comunității este mult diferită de idilicul tablou zugrăvit de antropologul american. În timp ce bărbații pleacă la o vînătoare cu rezultate mereu incerte, femeile întreprind lungi expediții, destinate culegerii de fructe și rădăcini. La povara celor culese, se adaugă și greutatea ultimului născut, pe care femeile îl poartă mereu în spinare.

Chiar în aceste condiții, femeile asigură, prin rezultatele „modestei" lor activități, aproape trei sferturi din necesarul de alimente al tribului. Carnea, oricît ar fi de necesară, nu constituie decît o delicatesă, care este foarte rar asigurată în cantități suficiente. Iată, deci, un contraargument cu pondere, care poate demola întregul eșafodaj ridicat de Lovejoy. Desigur, acesta ar putea replica că amintitele particularități din viața comunităților umane sînt un rezultat al evoluției istorice. Dar tot el este în imposibilitate de a demonstra contrariul, căci la fel de bine activitatea sexuală mai intensă în cadrul speciei umane, ca premisă a succesului reproductiv, poate fi un rezultat și nu o cauză a evoluției omului.

C. O. Lovejoy nu este singurul care încearcă rezolvarea marii enigme a staționii bipede, el fiind însă singurul care încearcă explicarea ei prin anumite particularități ale procesului de reproducere la strămoșii speciei umane. În acest timp, își menține terenul cîștigat ipoteza conform căreia primii hominizi terestri s-ar fi putut ridica pe membrele posterioare

pentru a vedea, pe deasupra ierbii înalte, pe eventualii prădători. Și, mai recent, preluînd o ipoteză lansată în 1970 de C. Jolly (S.U.A.), antropologul Daniel Pilbeam afirmă că staționea bipedă ar fi rezultatul adaptării hominizilor la culegerea de fructe din tufișuri și pomi.

Cea mai ieșită din comun și mai atrăgătoare tentativă de rezolvare a multiplelor semne de întrebare pe care le ridică procesul de umanizare aparține lui Sir Alister Hardy, biolog englez specializat în studierea vieții marine. Într-un articol publicat în anul 1960 în revista „New Scientist", el afirmă că omul ar fi urmașul unei maimuțe adaptate la traiul acvatic, mai precis al unei specii de maimuțe care, în urmă cu aproximativ 5 milioane de ani (în pliocen), a preferat traiul în apele călduțe ale mărilor și lacurilor tropicale.

În fața unei afirmații atît de șocante, prima întrebare care se pune nu poate fi legată decît de motivele acestei ciudate opțiuni. Acestea ar putea fi următoarele:

— mediul acvatic, mai ales în zone izolate, asigură o protecție sporită împotriva prădătorilor, care mișunau pe uscat, dar erau aproape inexistenți în mediul acvatic. În felul acesta, schimbarea de habitat este justificată de necesitățile asigurării unei securități sporite a grupurilor de maimuțe, aceasta fiind chiar o premisă a supraviețuirii și a răspîndirii lor;

— la sfîrșitul Pliocenului și la începutul Pleistocenului, s-a înregistrat una din răcirile periodice ale climatului terestru, fapt resimțit în primul rînd la nivelul atmosferei, curenții aerieni devenind mai reci. Posedînd o inerție termică mai mare, mediul acvatic a devenit atrăgător pentru maimuța care urma să dea naștere liniei hominiene. Fenomene similare se întîlnesc și în zilele noastre, zoologii japonezi semnalînd faptul că în timpul iernii, și în primul rînd în zilele cu temperaturi mai scăzute, babuinii care populează anumite zone ale arhipelagului nipon se adăpostesc în apa călduță a izvoarelor termale, pe care generoasa natură le-a pus la îndemîna lor.

În concepția savantului englez, oricare din aceste două ipoteze are șanse egale de a se dovedi adevărată, existînd și posibilitatea ca adevărul să fie o combinație a celor două. Indiferent de cauza primă a refugierii în mediul acvatic a maimuței prehominide, savantul englez susține că numai în aceste circumstanțe se pot explica coerent toate particularitățile pro-

cesului de umanizare, aducînd și o serie de argumente, pe care le vom prezenta în cele ce urmează:

1). Pierderea blănii de către strămoșul nostru prehominid este rezultatul unui proces de adaptare la mediul acvatic, aceasta fiind nu numai inutilă, dar putea chiar constitui un impediment în desfășurarea diverselor activități în mediul acvatic. Păr rezidual se întîlnește numai în zonele în care nu stînjenea înaintarea prin apă, precum și în zonele în care trebuia să asigure o protecție termică sporită.

Acesta este cazul podoabei capilare, care s-a dezvoltat rapid, ca urmare a necesității protejării capului emers de radiații solare directe sau reflectate de suprafața apei. În felul acesta, dacă în cazul pilozității corporale se poate evidenția un proces de dispariție treptată, pilozitatea capilară cunoaște o dezvoltare a cărei extindere maximă nu am putut niciodată să o evaluăm.

2). Pierderea blănii a necesitat apariția unui sistem corespunzător de protecție termică, care să compenseze influențele resimțite ca urmare a pierderii blănii. Acesta este stratul de țesut adipos pe care omul îl are sub piele, el fiind singurul primat care prezintă, încă de la naștere, o astfel de protecție termică.

În altă ordine de idei, putem presupune că stratul de țesut adipos poate servi, ca și în cazul altor mamifere adaptate la mediul acvatic (balena, delfinul) la ușurarea înaintării prin apă — aserțiune, totuși, greu de acceptat, avînd în vedere viteza mică pe care omul o putea dezvolta în mediul acvatic .

3). Adaptat vieții acvatice, strămoșul nostru prehominid înregistrează o modificare a formei foselor nazale, nasul devenind apt pentru protejarea căilor respiratorii superioare în timpul scufundării. În aceste condiții, strămoșul nostru putea efectua scurte deplasări sub apă, lucru cu desăvîrșire imposibil la celelalte maimuțe antropoide, care au o dispunere orizontală a foselor nazale.

4). Cercetările de fiziologie efectuate asupra organismului uman au evidențiat încetinirea sensibilă a bătăilor inimii și a ritmului respirației în condiții de imersiune. Prin analogie cu fiziologia mamiferelor acvatice, s-a ajuns la concluzia că în acest caz se află în joc sisteme fine de reglare neurală sau umorală, fără a exclude, bineînțeles, și influența presiunii ridicate și a temperaturii scăzute.

Dar argumentele distinsului biolog englez nu se limitează la atît, el pătrunzînd în domeniul datelor fundamentale ale

antropologiei, oferind astfel o ingenioasă ipoteză asupra staționii bipede umane. După cum era de așteptat în contextul teoriei lui Sir Alister Hardy, aceasta s-ar datora tot adaptării la mediul acvatic, fiind o urmare a condițiilor în care își ducea existența maimuța acvatică prehominidă.

Fizica ne oferă argumente în favoarea acestei afirmații, căci corpul maimuței acvatice, avînd centrul de greutate în partea superioară, tindea de la sine spre o poziție verticală. În condiții de relativă imponderabilitate pe care le oferea mediul acvatic, adoptarea unei astfel de poziții nu era prea dificilă, fiind de fapt singura poziție posibilă în perioadele dintre deplasări. În felul acesta, are loc și îndreptarea axei osoase (tibia, femur, coloană vertebrală, craniu), omul fiind singurul mamifer care prezintă o axă osoasă rectilinie.

A existat o perioadă în care se punea accentul pe unele particularități foetale ale anatomiei umane (L. Bolk — „omul este doar un foetus de maimuță maturizat ca atare"), rectiliniaritatea axei osoase a organismului uman fiind una din cele mai pregnante. Trebuie arătat, de altfel, că toți embrionii mamiferelor trec în timpul dezvoltării lor, printr-un stadiu de dezvoltare rectilinie a axei osoase, urmat de arcuirea acesteia la diferite grade, conform fenotipului fiecărei specii. În prezent, considerăm toate acestea drept simple speculații, căci putem avea certitudinea, în fața noianului de date antropologice, că îndreptarea axei osoase a omului este un rezultat al evoluției, și nicidecum un accident genetic care să fi oprit dezvoltarea omului într-un stadiu embrionar.

Practicarea poziției verticale în mediul acvatic a produs însemnate modificări în anatomia hominidului. Se modifică atît poziția, cît și modul de funcționare a membrelor, se produc schimbări în dispunerea și fiziologia organelor interne. Schimbări care, spre deosebire de mediul atmosferic, sînt mai ușor suportate în mediul acvatic, care oferă condiții de adaptare progresivă și puțin traumatizantă la noile funcționalități ale organismului. Și, în sfîrșit, să amintim posibilitatea ca irigarea sanguină în regiunea capului să se intensifice, ca urmare a acțiunii presiunii hidrostatice, fapt care ar fi putut determina apariția condițiilor fiziologice necesare dezvoltării sistemului nervos central.

Evoluția medicinei contemporane ne oferă alte argumente în favoarea ipotezei formulate de Sir Alister Hardy, argumente pe care distinsul biolog englez nu le aștepta în urmă cu 20 de ani. Concret, este vorba despre studiile efectuate într-o

serie de țări și în primul rînd în U.R.S.S., asupra posibilităților de ușurare a nașterii prin realizarea ei în mediul acvatic.

Aceste studii au avut ca punct de plecare constatarea faptului că nou-născuții nu se tem de apă, dimpotrivă, ei evoluează cu dezinvoltură în mediul acvatic, ținînd ochii larg deschiși și efectuînd mișcări reflexe de înot, care le permit să se deplaseze cu relativă ușurință. Trebuie subliniat faptul că această abilitate o prezintă numai nou-născuții speciei umane, puii celorlalte primate prezintă o repulsie evidentă față de apă.

Desigur, și la om apare cu timpul teama față de apă, element instabil și amenințător. Dar această teamă este mai mult rezultatul evoluției sociale a ființei umane, evoluție care „sufocă" abilitatea naturală pe care am amintit-o mai sus. În cazul nașterilor efectuate în apă, feții au început imediat să facă mișcări de înot, rămînînd legați de organismul matern prin intermediul cordonului ombilical.

De altfel, întregul program al nașterii pare a fi elaborat în vederea desfășurării acesteia în mediul acvatic: durerile sînt foarte reduse, iar deliverența este mai rapidă decît în mediul atmosferic, și netraumatizantă pentru făt. Există și o diferență în ceea ce privește reacția feților la contactul cu mediul extra-uterin: la nașterile realizate în mediul atmosferic reacția este de vizibil disconfort (marcată de convulsii și de o puternică reacție respiratorie), în timp ce la nașterile în apă schimbarea de mediu este recepționată fără probleme deosebite.

Fără îndoială, datele prezente necesită o analiză aprofundată. La o abordare preliminară, ne pare pe deplin posibil ca în pliocen o specie de maimuță antropoidă să adopte un mod de trai acvatic, care să-i influențeze în mod hotărîtor anatomia și fiziologia. Odată cu răcirea climei la începutul pleistocenului (în urmă cu aproximativ 3,5 milioane de ani), maimuța va părăsi mediul acvatic și va începe, deplasîndu-se pe membrele inferioare, lungul drum spre umanitate.

URME ÎN TIMP

Sub soarele necruțător al Ecuatorului, în zona centrală a Africii, se ridică pînă la 1800 de metri deasupra nivelului mării platoul Eyasi. Străjuit de o parte de lacul Eyasi și de

cealaltă parte de lacul Victoria, platoul include și zona Olduvai, binecunoscută pentru importantele descoperiri de interes antropologic făcute aici. Dar nu ne vom opri la Olduvai, ci ne vom îndrepta spre sud-est, în direcția formațiunilor Laetoli, tufuri vulcanice care adăpostesc în straturile adînci de 60 m o mulțime de urme materiale interesante, cîteva aparținînd unor precursori ai omului care au trăit în urmă cu mai mult de 3 milioane de ani. Această conjunctură, încîntătoare pentru antropologi, se datorește activității vulcanului Sadiman, aflat la marginea platoului, și care în cursul existenței sale a împrăștiat cenușă pe o rază de 25 de km, acoperind astfel cu un strat protector toate obiectele aflate pe sol în momentul erupțiilor.

Podișul Laetoli își datează celebritatea din anul 1935, cînd zona a fost explorată de către expediția antropologică a soților Mary și Louis Leakey, care au adus la lumină vestigii care par mai vechi decît cele dezgropate în cel mai vechi nivel arheologic de la Olduvai. De atunci, cercetările au continuat, pentru ca în anul 1976 să se producă lovitura de teatru: antropologul Andrew Hill (Harvard University — S.U.A.) a descoperit în zona Laetoli (formațiune de tufuri cu suprafața de 70 km^2, situată în apropierea lacului Eyasi) urme de animale, păstrate aproape nealterate în tuful vulcanic vechi de milioane de ani.

În anul următor, cercetări mai amănunțite au fost făcute de către Philip Leakey și Peter Jones (Oxford University — S.U.A.), care au descoperit, între miile de urme de animale, și urmele unor ființe ciudate, care se deplasau în poziție verticală, utilizînd aproape în exclusivitate membrele posterioare. Este vorba despre om — mai exact, despre strămoșul său — iar urmele oferă, în mod surprinzător, o informație aproape incredibilă, și anume că în urmă cu milioane de ani prehominizii practicau poziția bipedă. Pentru a elimina orice îndoială, în anul 1978 Paul I. Abell (Rhode Island University — S.U.A.) a descoperit urme de prehominizi desfășurate pe două șiruri lungi, paralele.

Problema imediată, cea mai arzătoare dintre toate, era determinarea vîrstei vestigiilor cercetate. Pentru aceasta, s-a recurs la analiza straturilor geologice respective prin metoda potasiu-argon, bazată pe transformarea potasiului 40 în argon. Rezultatul a fost, din nou, senzațional: mostrele de sol prelevate din stratul geologic care adăpostește urmele de prehominid indică o vechime de peste 3,5 milioane de ani!

Tovarășii strămoșului nostru, în urmele fosilizate de la Laetoli, sînt aceleași animale vertebrate care și astăzi își duc viața sub soarele torid al Africii. În ordinea descrescătoare a frecvenței de apariție a urmelor lor, acestea sînt: bovidele (antilopele și speciile înrudite), girafele, rinocerii, caii, porcii, și două specii de proboscidieni — elefantul și dinotherium (formă acum dispărută).

Laetoli este un adevărat noroc pentru antropologi. Ne aflăm aici în fața uneia din acele fericite coincidențe care netezesc drumul științei spre adevăr. Căci este lesne de închipuit că nu în orice condiții urmele ar fi supraviețuit atîtea milioane de ani. Dar cenușa vulcanului Sadiman a oferit tocmai aceste condiții deosebite, și aceasta datorită prezenței în compoziția sa a unui însemnat proces de carbonați (de calciu și de sodiu). Cenușa cu conținut de carbonați este de o raritate cu totul excepțională, întrucît un singur vulcan pe întregul glob terestru (Oldoinyo Lengai, situat la 90 km nord de Laetoli) a mai aruncat în atmosferă o cenușă asemănătoare.

Spre deplina fericire a antropologilor, vulcanul Sadiman a „furnizat" și el o astfel de cenușă, care are un mod specific de a reacționa cu apa. Astfel, carbonatul de calciu devine un precipitat fin, iar carbonatul de sodiu intră în soluție. Cînd soluția se evaporă, se formează cristale care cimentează particulele de cenușă, rezultînd un conglomerat care se solidifică rapid, și care în felul acesta poate păstra pentru eternitate urmele viețuitoarelor care i-au atins suprafața.

Dezvelind strat după strat, antropologii s-au văzut puși în fața unui pasionant roman al naturii. Sub stratul cel mai de jos, ei au găsit numeroase rămășițe de girafe și antilope, probabil surprinse în locul respectiv de erupția violentă a vulcanului. Tot aici, au fost găsite ramuri și frunze de accacia, arbore specific locurilor respective, precum și rădăcini de iarbă, aceasta fiind probabil arsă de cenușa fierbinte.

În straturile superioare, care s-au depus în cîteva săptămîni, aceste urme lipsesc, ceea ce demonstrează faptul că viețuitoarele s-au învățat să evite urmările nefaste ale erupției vulcanice. Cu toate acestea, ele au mai revenit pe locurile respective, răspunzînd poate impulsului intim de a reveni la locurile de baștină. Împreună cu ele a revenit și prehominidul al cărui urmași sîntem noi, poate, astăzi. Mai mult chiar, pîrtii adînci în solul acoperit cu cenușă par să indice existența unei migrații sezoniere, determinată de alternanța sezoanelor climatice, pe care nici măcar erupția vulcanică nu a putut-o opri.

În tuful vulcanic de la Laetoli, straturile bogate în urme se suprapun la fiecare nouă erupție a vulcanului Sadiman. După cum am arătat, animalele au revenit după fiecare erupție, lăsînd în cenușa proaspătă urme adînci care, odată pietrificate, au fost protejate de straturile de cenușă depuse de erupțiile următoare. La sfîrșit, toate aceste straturi au fost acoperite de o pătură grea de cenușă, care a asigurat supraviețuirea urmelor pînă în zilele noastre.

Desigur, este efectiv imposibilă exploatarea tuturor zonelor în care există urme fosilizate. Cercetările s-au restrîns la 16 zone mai accesibile, notate de la A la P, alese după criteriul abundenței urmelor prehominide și de animale. Mary Leakey a făcut chiar și un calcul, rezultînd că în zona A densitatea urmelor la un metru pătrat este de 21 pentru animalele mici și de 1,8 pentru animalele mari. Avînd în vedere că zona A are o întindere de 800 m², rezultă că ea găzduiește în total aproape 18.400 urme care, după cum s-a constatat, aparțin unui număr de 17 specii animale diferite.

Studierea acestor urme de animale este de mare importanță pentru paleontologie. Alături de cercetarea elementelor de schelet scoase la lumină în alte zone, acest studiu creează o imagine mai completă asupra înfățișării unor specii animale în urmă cu 3,5 milioane ani, întărind în felul acesta concluzia că în acest interval de timp nu s-au produs schimbări sensibile în morfologia și fiziologia acestora. O dovadă a acestei stabilități o constituie și ușurința cu care urmele au fost identificate, concentrarea lor într-un spațiu restrîns născînd, în altă ordine de idei, concluzia că acum 3,5 milioane ani biocenozele erau în mare parte asemănătoare cu biocenozele existente astăzi în condiții similare.

Ca urmare a acestor concluzii, teoria evoluționistă capătă un sprijin foarte serios. Stabilitatea speciilor animale în ultimii 3,5 milioane ani înseamnă că acestea au fost și au rămas corespunzător adaptate condițiilor de mediu, și că variațiile de climă din această perioadă nu au creat necesitatea unor modificări adaptative. În aceeași perioadă, însă, hominidele au parcurs o scară evolutivă fără precedent în întregul filum al vieții terestre, înregistrînd schimbări spectaculoase care le-au conferit în final statutul de unică ființă cugetătoare terestră.

Vom zăbovi o clipă pe prima treaptă a acestei scări, acordînd atenția noastră urmelor fosile de hominide descoperite de Laetoli.

După cum am arătat mai înainte, primele urme ale unor prehominizi au fost scoase la lumină în anul 1977. Efectiv, este vorba despre cinci urme răzlețe, aflate în zona A, restul urmelor posibile fiind acoperite de urmele lăsate de bogata faună locală. Descoperirea unor urme mai vizibile nu a întîrziat însă: în anul 1978 antropologul Paul I. Abell a adus la lumină urme de prehominind desfășurate pe două șiruri paralele, lungi fiecare de cîte 25 de metri, ambele orientate pe direcția E—V.

Cele două șiruri de urme sînt lăsate de către trei prehominizi. Șirul de urme situate spre sud este realizat de către un prehominid cu o urmă destul de mică, caracteristică probabil unui individ mai puțin dezvoltat sau unui copil. Pe cel de-al doilea șir s-au suprapus urmele a două ființe bipede: una cu o talpă masivă, cu călcătură grea, cealaltă, care obturează în bună parte urma inițială, fiind doar cu ceva mai mare decît urma izolată. Cele două șiruri de urme se află situate la o distanță medie de 25 de cm unul față de celălalt, dar nu există nici un indiciu care să ne permită să aflăm dacă cele trei ființe prehominide au trecut în același moment prin locul respectiv, sau dacă numai hazardul le-a mînat spre același loc, la intervale scurte de timp, spre folosul și bucuria antropologilor.

Cîteva dintre urmele relevate la Laetoli au o adîncime de 1—3 cm, calitatea desăvîrșită a imprimării permițînd o analiză amănunțită a acestora. Cele ce au șocat de la început pe antropologi, și constituie și astăzi motiv de mirare, sînt călcîiul rotunjit, bolta plantară puternică și bine reprezentată, degetul mare orientat înainte — toate, însușiri caracteristice ale piciorului omului contemporan. Concluzia imediată este că prehominidul de pe platoul Eyasi nu practica o poziție bipedă intermediară (după cum ar dori unii savanți ale căror teorii se clatină în fața acestor fapte), ci o poziție bipedă completă, organismul avînd deja, probabil, o axă osoasă rectilinie.

Mai mult chiar, luînd în considerare criteriul antropometric conform căruia lungimea tălpii unui individ reprezintă 15% din înălțimea corpului, s-a calculat că înălțimea prehominidului care a imprimat șirul de urme situate spre sud trebuie să fi avut înălțimea de 1,2 metri, în timp ce „mijlociul" ar fi putut avea înălțimea de 1,4 metri. Din păcate, acest calcul cu rezultate pasionante nu poate fi făcut și pentru prehominidul cel mare, ale cărui urme sînt ilizibile ca urmare a pașilor prehominidului mijlociu. Dar, chiar și așa, aceste urme ne creează

senzația că, în urmă cu 3,5 milioane ani, ființele bipede care au trecut pe la Laetoli erau în bună parte asemănătoare nouă.

Urmele de pași de la Laetoli ne duc la concluzia că, în urmă cu 3,5 milioane ani, existau deja ființe hominide care practicau poziția bipedă. Odată cu acceptarea acestei evidențe, devine clar faptul că scenariul darwinist clasic, al evoluției concertate, interdependente, a poziției bipede, a prehensibilității membrelor superioare, a creierului și limbajului, trebuie în mod considerabil schimbat.

Necesitatea unei astfel de schimbări de optică rezultă și din alte urme materiale scoase la lumină de către antropologi. Informații de maximă importanță au fost obținute în sectorul etiopian al Marelui Rift african, a cărui importanță pentru antropologie a fost intuită pentru prima dată de către geologul francez Maurice Taieb. Acesta a solicitat pe unul dintre specialiștii de marcă ai antropologiei, americanul Donald Johanson, împreună cu care a început explorarea minuțioasă a zonei Hadar.

Cei doi savanți au scos la iveală numeroase urme de hominide. Prezente în aceleași structuri geologice cu oseminte de cai, elefanți și porci, ei au estimat că acestea trebuie să aibă vechimea de minimum 3 milioane ani. Estimarea biostratigrafică s-a dovedit a fi mai modestă decît rezultatele datării radiometrice a rocilor vulcanice aflate în apropiere: vîrsta osemintelor de hominide descoperite la Hadar au vechimea de aproximativ 3,6 milioane ani! Fără îndoială, aceasta reprezintă recordul absolut în materie, fiind cele mai vechi urme fosile de hominide descoperite pînă acum în orizonturile geologice terestre.

La stabilirea acestui record și-au adus contribuția și mișcările de orogeneză, care au făcut din partea estică a Africii una din zonele cele mai active, din punct de vedere geologic. Aici, pintenul somalez se înfige tot mai mult în mare, tinzînd să se rupă de restul continentului de-a lungul unei uriașe falii care străbate de la nord la sud teritoriile Etiopiei, Somaliei, Kenyiei și Tanzaniei, și în care și-au găsit locaș marile lacuri Victoria și Tanganyka. Aici se află situate, de altfel, punctele fierbinți ale antropologiei. În straturile geologice scoase la lumină de frămîntările care se desfășoară pe o scară gigantică în Marele Rift african, se află depuse prețioase informații asupra trecutului speciei umane, urme fosile de o bogăție neegalată în alte părți ale globului, pe care antropologii le studiază

în zone cu nume exotice: Olduvai, Laetoli (Tanzania), Koobi Fora (Kenya), Omo sau Hadar (Etiopia).

Oasele fosile pe care Taieb și Johanson le-au descoperit la Hadar, în Etiopia, prezintă o mare importanță pentru antropologie. Importanța pe care le-o conferă vechimea am subliniat-o deja. În 1973, Johanson descoperă o articulație de genunchi, păstrată intactă în straturile geologice. Analiza acestei articulații a demonstrat, cu probe palpabile, că stațiunea bipedă era deja practicată de către hominizii existenți în urmă cu 3,6 milioane ani. Tot aici, în anul 1974, cei doi pasionați oameni de știință au descoperit scheletul unei hominide (femelă) adulte, prezentînd aproape toate piesele osoase în bună stare de conservare.

Cu inspirația pe care ți-o dă bucuria unei descoperiri senzaționale, ei au botezat scheletul cu numele „Lucy", după titlul unui șlagăr pe care în momentul descoperirii îl difuza postul local de radio. În perioada următoare, „Lucy" a fost analizată cu atenție de către Johanson și unul din eminenții săi colegi, antropologul Tim White. Trădîndu-și natura feminină, „Lucy" și-a dat în vileag toate secretele. Prima constatare era că „Lucy" aparține ramurii australopitecinelor, caracterizîndu-se prin deplasarea bipedă, cutie craniană de capacitate mică și aparat masticator foarte dezvoltat.

Aceste australopitecine primitive sînt un amestec ciudat de caractere umane (poziția bipedă) cu caractere specific simiene (slabă dezvoltare craniană și fălci puternice). Prin prisma vechimii fosilelor, existența caracterelor simiene este lesne de înțeles, hominizii care s-au descoperit la Hadar și Laetoli reprezentînd o fază de tranziție între stadiul simian și cel protouman, chiar dacă — subliniem din nou — ei practicau poziția bipedă la parametri specific umani.

Concluzii foarte interesante au fost desprinse din analiza aparatului masticator. Astfel, bolta palatală a fosilelor descoperite la Hadar este mai îngustă, mai lungă și mai puțin arcuită decît bolta parabolică pe care o prezintă australopitecii și genul Homo. Dentiția are și ea un aspect simian: incisivii masivi, diasteme (spații) mari între dinți, uzură caracteristică a acestora, masticația fiind și ea de tip simian. Mandibulele prezintă șanțuri laterale, mușchii temporal erau foarte dezvoltați în partea lor posterioară, articulația maxilarelor era plată și deschisă spre înainte. Într-un cuvînt, exceptînd poziția bipedă și rectiliniaritatea axei osoase principale, hominidele de la Hadar și Laetoli prezintă multe caractere specifice

simiene, fapt care pledează convingător pentru teza darwinistă care demonstrează originea simiană a speciei noastre.

Chiar și în zilele noastre, omul, cimpanzeul și gorila sînt atît de asemănătoare, încît cu greu pot fi deosebite. O astfel de idee pare absurdă, căci pînă și un copil poate deosebi orgolioasa ființă umană de simpaticul cimpanzeu și de fioroasa gorilă. Desigur, aceste deosebiri există, dar numai la suprafață, la nivelul fenotipului — în interior, unde se păstrează întregul bagaj de informație biologică necesară existenței organismului, se pot evidenția asemănări frapante, dovadă a originii comune a omului și a maimuțelor antropoide.

Dacă analizăm, cu oricîtă rigurozitate dorim, ADN celular al celor trei specii, cu greu vom putea face distincție între bagajul genetic uman și cel simian. În termeni concreți, s-a constatat că cele trei bănci de informații ereditare sînt asemănătoare în proporție de 99%, diferența de 1% fiind răspunzătoare pentru stațiunea bipedă, pielea lipsită de pilozitate, creierul uriaș și multe, multe altele. În ultimă instanță, tocmai această diferență minusculă ne-a smuls din starea de sălbăticie, pentru a ne propulsa pe scara civilizației.

Această evoluție, fără precedent în analele geologice ale vieții terestre, depinde în măsură covîrșitoare de însușirile intrinseci ale ADN. Cunoaștem că ADN este caracteristic fiecărei specii în parte, fapt care exclude posibilitatea încrucișărilor între specii. În cadrul speciei, mesajul genetic poate fi împărtășit cu oricare membru apt pentru reproducere, avînd astfel loc delicatul proces de combinare a particulelor de ADN provenite din codul genetic al celor doi parteneri. Aceasta constituie premisa variabilității individuale și, în ultimă instanță, a procesului de speciație. În felul acesta, pornind dintr-un trunchi comun, două specii pot acumula noi și noi caractere diferite, care sînt înscrise în informația celulară, făcînd parte din patrimoniul genetic al speciei.

Ca urmare a acestei evoluții, ADN devine un martor fidel, un cronometru chiar, al distanței care separă două specii înrudite de trunchiul comun. După cum am arătat mai înainte, ADN uman și cel al maimuțelor antropoide este diferit în proporție de numai 1%, ceea ce sugerează concluzia că momentul separării este mai apropiat de zilele noastre decît pare la prima vedere. Într-adevăr, analiza amănunțită a structurii ADN, combinată cu cercetări de imunologie și de secvențialitate a proteinelor, a arătat că separarea speciei umane din

trunchiul antropoidelor s-a petrecut în urmă cu cel mult 6 milioane ani.

Cercetările care au stabilit la „numai" 6 milioane de ani vechimea liniei hominizilor au fost începute în urmă cu aproape 80 de ani, de către George Nuttall, profesor de biologie la renumita Universitate din Cambridge. El a stabilit modul specific în care reacționează proteinele sanguine prelevate de la diferite animale, stabilind afinități care permiteau, și pe această cale, trasarea de arbori genealogici pentru majoritatea speciilor.

În zilele noastre, cercetările efectuate de Nuttall au fost reluate și perfecționate de către cîțiva savanți de renume, cum ar fi Vincent Sarich și Donald Wilson (University of California — S.U.A.) sau echipa alcătuită din Raoul Benveniste și George Todaro (Institutul Național al Sănătății — S.U.A.). Cercetările acestora s-au efectuat prin analiza punctului de topire a ADN. Dacă dubla elice a ADN este încălzită, cele două spirale se despart, avînd însă tendința de a se reuni după scăderea temperaturii. Cînd se reușește separarea în felul arătat mai sus, se poate realiza (desigur, în scopuri pur experimentale) unirea materialului genetic provenind de la două specii diferite — om și cimpanzeu, de exemplu.

Studiind procesul de topire a proteinelor, savanții de mai sus au ajuns la concluzia pe care am enunțat-o deja. Efectuînd analize încrucișate, ei au ajuns la concluzia că între om și restul primatelor diferența genetică (exprimată procentual) este de 2 (cu cimpanzeul), 9,2 (cu babuinul) și 15 (cu maimuța uistiti). Deci „ceasul molecular" nu și-a dezmințit precizia, punînd în evidență diferențele existente, precum și faptul că în toate ramurile familiei primatelor acesta a funcționat cu același ritm. În lumina cercetărilor de evoluție a speciilor, putem presupune că omul se află, de exemplu, mai departe de simienii primitivi decît babuinul. Dar nu este așa, căci cercetările pe ADN au arătat o diferență egală cu 15 unități, între om și babuin, pe de-o parte, și micuța maimuță uistiti, pe de altă parte.

Între om și babuin, distanța este de 9,2 unități. Avînd în vedere că cele două specii se află egal depărtate de trunchiul comun din care au pornit, înseamnă că putem împărți această distanță „frățește". Aceeași concluzie s-a desprins și din cercetările, de maximă importanță pentru noi, întreprinse în cazul înrudirii dintre om și cimpanzeu. Diferențierea genetică s-a dovedit a fi de 2 unități, cele două specii fiind egal depărtate

de ramura comună din care s-au desprins. În felul acesta, s-a demonstrat fără putință de tăgadă, că separarea hominidelor din rîndurile maimuțelor antropoide s-a petrecut mai recent decît ne închipuim.

Una din dificultățile majore cu care s-au confruntat cei care au trasat arborele genealogic uman a fost calibrarea „ceasului molecular". Raporturile între intervalele de timp sînt exact rezultate din analiza structurii ADN, cu mențiunea că raportul între intervalul scurs de la desprinderea hominidelor din rîndurile maimuțelor antropoide, trebuie să fie în raport de 1 : 7,5 cu intervalul scurs de la desprinderea maimuțelor din rîndul primatelor primitive. Dacă, de exemplu, prima separare s-ar fi petrecut în urmă cu 20 milioane de ani, cea de-a doua ar fi trebuit să aibă loc cu 150 de milioane de ani în urmă.

Desigur, exemplul este ipotetic, căci în urmă cu 150 de milioane de ani Terra se afla în plină domnie a dinozaurilor. Dezvoltarea mamiferelor, și ulterior a primatelor, a început cu adevărat „numai" cu 60 de milioane de ani în urmă. Studiile de paleontologie au arătat că separarea între platirine (numele sub care sînt cunoscut primatele din America de Sud) și catarine (primatele din Lumea Veche) a avut loc în urmă cu 45 de milioane de ani. Aplicînd raportul de 7,5 : 1, vom putea determina foarte ușor data probabilă a separării hominidelor din ramura antropoidelor: în urmă cu 6 milioane de ani.

În aceste condiții, nu mai este de mirare faptul că omul este încă foarte apropiat, din punct de vedere anatomic și fiziologic, de maimuțele antropoide. Luînd în considerare indicațiile „ceasului molecular", putem trage concluzia că omul și maimuțele antropoide sînt asemănătoare nu fiindcă s-au dezvoltat pe linii paralele în ultimii 20 de milioane de ani, ci fiindcă au avut o istorie comună pînă acum 6 milioane de ani. Această concluzie spulberă ideea separării hominidelor din trunchiul comun în urmă cu 20 de milioane de ani.

Totuși, această idee a fost foarte îndrăgită de către antropologi. Ei vedeau în *Proconsul*, desprins din ramura hominidelor în urmă cu 20 de milioane de ani, un prim reprezentant al ramurii hominidelor. Un alt reprezentant al hominidelor ar fi fost *Ramapithecus*, care a trăit în India în urmă cu 14 milioane de ani, după care se întindea un mare spațiu alb, punctat cu fosile neconcludente. În intervalul cuprins între 8 milioane și 4 milioane de ani în urmă, fosilele lipsesc cu desăvîrșire, fapt care a pus serios în încurcătură pe antropologi, în primul rînd pe cei care încercau să stabilească

o linie hominidă continuă, întinsă pe durata a 20 de milioane de ani.

În lumina cercetărilor moleculare asupra evoluției primatelor, lipsta urmelor fosile se resimte cu mai puțină acuitate. Dacă evoluția independentă a hominidelor a început în urmă cu maximum 6 milioane de ani, înseamnă că trebuiesc puse în evidență urme din intervalul 6 milioane de ani — 4 milioane de ani. Explorarea Eldorado-ului antropologilor din Marele Rift african va duce poate la lumină fosile cu vechimea dorită, avînd astfel posibilitatea de a grada precis, pe baza unor dovezi materiale, procesul de evoluție a speciei noastre.

După cum știm, și este foarte important să repetăm, „Lucy" — deși este „bătrînă" de 3,6 milioane de ani — practica deja o poziție bipedă completă, cu toate că creierul său era foarte puțin diferit de cel al cimpanzeilor și, mai mult ca sigur, nu crea și nu utiliza nici un fel de unelte permanente. În felul acesta, teza evoluționistă a evoluției corelate a poziției bipede, a mîinii și a creierului se vede serios infirmată. Dimpotrivă, putem afirma că hominidele au parcurs aproape întregul drum al evoluției lor în poziție bipedă, situație care ne obligă la evaluarea procesului de umanizare de pe poziții complet schimbate.

Chiar și în ceea ce privește evoluția omului în ultimii 4 milioane de ani, concepțiile antropologilor sînt foarte diferite. Primul antropolog care a avut curajul să întocmească un arbore genealogic al speciei noastre a fost savantul de origine engleză Richard Leakey, directorul Muzeului național din Kenya. El are în spate o tradiție de peste o jumătate de secol în studierea osemitelor fosile din zona estică a Africii. Părinții săi, Louis și Mary Leakey, au marele merit de a fi adus la lumină importante vestigii hominide cu vechimea de 2—2,5 milioane ani, și de a fi atras atenția lumii științifice asupra importanței acestora.

Odată cu cercetările celorlalți antropologi, importanța acestor fosile s-a mai diminuat, dar studierea lor i-au permis lui R. Leakey să considere că evoluția hominidelor s-a desfășurat pe trei linii distincte: *Australopithecus africanus, Australopithecus robustus/boisei* și *Homo*. Primele două linii, al căror început îl putem plasa în urmă cu aproape 4 milioane de ani, au avut o existență limitată în timp, stingîndu-se în urmă cu 1 milion de ani. Linia *Homo*, apărută în urmă cu 5 milioane de ani, s-ar fi dezvoltat paralel cu celelalte două, în cadrul ei

fiind contemporane cu australopitecii speciile *Homo habilis* și *Homo erectus*, care au precedat linia directă *Homo sapiens*.

O altă încercare de a trasa arborele genealogic al speciei umane aparține profesorului Philip Valentine Tobias, de la Universitatea din Witwaterstrand (Africa de Sud). Recunoscînd importanța fosilelor descoperite la Hadar și Laetoli, prof. Tobias susține că acestea nu ar aparține unui tip aparte de australopitecine, ci unor forme locale de *Australopithecus africanus*. Mai mult chiar, el neagă importanța caracterelor primitive pe care le prezintă hominizii descoperiți în Etiopia, pe care Johanson și White îi desemnează sub termenul generic de *Australopithecus afarensis*. Pentru prof. Tobias, aceste caractere nu diferă mult de cele ale lui *Australopithecus africanus*, pe care îl consideră strămoșul comun al celorlalte tipuri de australopiteci și al genului *Homo*.

Deși nu în mod esențial, dar punctele de vedere ale lui R. Leakey și P. S. Tobias sînt diferite de cele expuse de către cei care au pus în valoare fosilele de la Hadar: D. Johanson și T. White. Valorificînd în mod complet rezultatele cercetărilor întreprinse în zona Afar, cei doi antropologi americani au stabilit un arbore genealogic uman remarcabil prin complexitatea sa. Astfel, ei consideră că *Australopithecus afarensis*, cea mai primitivă formă de hominid cunoscută de noi, este strămoșul comun al tuturor australopitecilor și al genului *Homo*. Astfel, din *Australopithecus afarensis* s-au desprins, pe de-o parte, *Australopithecus africanus* (în urmă cu 3 milioane de ani) și *Australopithecus robustus/boisei* (care a supraviețuit pînă în urmă cu 500 de mii de ani).

Pe cealaltă linie, din *Australopithecus afarensis* s-a desprins specia noastră, primul ei reprezentant fiind *Homo habilis*, în urmă cu 2,5 milioane ani, primul fabricant de unelte din istoria speciei. El este primul care realizează obiecte cu o destinație anume (desigur, este vorba despre pietre cioplite sumar), dar materia sa cerebrală cunoaște o creștere destul de importantă, de la 400 cm^3 la 750 cm^3. Următorul reprezentant este *Homo erectus*, apărut cu 1,5 milioane de ani în urmă, și care prezenta majoritatea particularităților anatomice ale omului modern.

Homo erectus prezintă deja îndemînare în confecționarea de obiecte, din mîna sa ieșind pietre cioplite cu măiestrie, existînd chiar indicii că el începe să utilizeze sulița ca instrument de vînătoare. Capacitatea craniană a lui *Homo erectus* cunoaște o nouă expansiune, atingînd valoarea — aproape mo-

dernă — de 1.100 cm³. Din nou avem acum ocazia să ne îndoim de posibilitatea ca puțina activitate manuală desfășurată de om să ducă la creșterea de aproape 3 ori a volumului cerebral.

Conceptul evoluționist al rolului pe care munca (activitatea creatoare) umană l-a jucat în evoluția speciei noastre a fost îndelung savurat de către savanți, în perioada în care dovezile paleontologice erau prea puține pentru a putea trasa cu suficientă precizie sinuosul traseu al acestei evoluții. În zilele noastre, însă, cercetările minuțioase făcute în straturile geologice vechi de pînă la 5 milioane ani au arătat că dezvoltarea volumului cerebral uman nu este însoțită de o perfecționare proporțională a activității practice. După cum am arătat, în intervalul cuprins între 4 și 1,4 milioane de ani în urmă, volumul cerebral uman aproape s-a triplat, în timp ce dezvoltarea activității practice s-a limitat la trecerea de la ghioagă la suliță, și de la unealta de piatră fasonată grosolan la cea finisată pe ambele părți, cu muchia bine delimitată și satisfăcător ascuțită.

În domeniul vieții de comunitate, specifică nu numai speciei umane, este de presupus că schimbări semnificative nu s-au produs, perpetuîndu-se traiul în comun și organizarea în hoarde (spre deosebire de organizarea nucleară propusă de C. Owen Lovejoy). Atunci, care să fi fost cauza unei atît de spectaculoase evoluții? Trecerea la locuirea în peșteri? O astfel de ipoteză nu poate fi decît măgulitoare pentru *Ursus spaeleus* (ursul de peșteră), care s-a adaptat foarte bine traiului în microclimatul umed și relativ cald al peșterilor.

Datele pe care le deținem ne permit, pentru moment, să punem sub semnul întrebării concepția evoluționistă clasică, fără a putea formula o contra-teorie la fel de prestigioasă. După cum am arătat anterior, încercările de elaborare a unei astfel de contrateorii nu lipsesc, și ele speculează cu destulă abilitate punctele slabe ale teoriei clasice. Cercetările de antropologie ne apropie tot mai mult de momentul adevărului, cînd vom putea, probabil, să aflăm adevărul în legătură cu cel mai misterios proces legat de evoluția omului: triplarea volumului cerebral într-un interval de timp de numai 2 milioane de ani.

Revenind la datele paleontologice brute, trebuie să semnalăm faptul că *Homo erectus* este primul reprezentant al genului *Homo* care deține o prezență notabilă la scară planetară. Urmele sale au fost găsite într-o arie geografică largă, ale cărei repere extreme sînt Jawa și China (la est), Spania (la vest), Germania (la nord) și Africa de Sud.

Urmașul lui *Homo erectus* la supremație a fost un tip uman la fel de robust, dar mai apropiat din punct de vedere anatomic de omul contemporan. Pentru prima dată, urmele sale au fost scoase la iveală în anul 1856, cînd un grup de muncitori au dezgropat oseminte umane în Valea Neander, lîngă Düsseldorf (Germania). La vremea respectivă, ideea existenței în orizonturi temporale îndepărtate a unei ființe umanoide, asemănătoare nouă, părea atît de absurdă, încît i s-a negat pe loc apartenența la specia noastră, considerîndu-se că ar fi reprezentantul unei specii aparte: *Homo neanderthalensis*.

Acesta este „Omul de Neanderthal", pe care generații întregi de antropologi l-au prezentat ca pe o ființă pe deplin animalică, brutală și primitivă, cu o durată de viață scurtă și cu abilități reduse, mai ales în ceea ce privește crearea de unelte. Desigur, el avea o anatomie mai masivă decît omul contemporan, cu oase (deci și mușchi) mai bine reliefate, fiind și posesorul unei forțe musculare ieșite din comun. Instrumentele pe care el le fabrica erau utilizate în permanență, fiind net superioare celor realizate de către *Homo erectus*. În concluzie, și vînătoarea se putea desfășura după un scenariu mai sofisticat, de natură a-i asigura deplinul succes.

Impresionantele săpături arheologice de la Ambrona-Torralba (Spania), au scos la lumină urmele unei astfel de reușite cinegetice. În urmă cu 100.000 de ani, mai multe grupuri de vînători au împins o turmă de elefanți în mlaștinile aflate în regiunea respectivă, după care i-au omorît cu ajutorul sulițelor și al topoarelor de piatră. La locul „crimei" a rămas un mare număr de unelte de piatră, putîndu-se chiar reconstitui modul în care vînătorii victorioși au tăiat bucăți mari de carne din carcasele uriașelor victime.

Pentru mulți antropologi, *Homo neanderthalensis* a reprezentat, după cum am spus, prototipul troglodítului înfășurat în blănuri prelucrate rudimentar, locuitor al unor peșteri umede și insalubre. Dar datele antropologice recente arată că acesta s-a adaptat foarte bine și traiului în locuri deschise, în ciuda epocii glaciare care a durat aproape fără încetare în tot timpul existenței sale. Și, pentru a tranșa această dispută între vechi și nou, trebuie să arătăm că, în prezent, consensul general este că *Homo neanderthalensis* aparține strict genului *Homo*, și mai precis speciei *Homo sapiens*. Pentru aceasta, el trebuie desemnat sub numele de *Homo sapiens neanderthalensis*.

Ceea ce este cu totul remarcabil la *Homo sapiens neanderthalensis*, este puternica creștere a volumului cerebral, o serie

de exemplare bine dezvoltate avînd un creier mai mare decît media contemporană. Cu atît mai mult, neanderthalienii pot fi consideraţi o specie cu certă reuşită de adaptare la un mediu ostil. Pentru aceasta, brusca şi misterioasa lor dispariţie în urmă cu 40—45.000 de ani este una din acele enigme care dau mari bătăi de cap paleontologilor şi antropologilor, în privinţa stranietăţii situîndu-se pe acelaşi plan cu dispariţia dinozaurilor, petrecută cu 67 de milioane de ani în urmă.

Fără îndoială, nu poate fi incriminată o catastrofă ecologică, căci se ştie că aceasta a fost cu desăvîrşire imposibilă în urmă cu 45.000 de ani. După cum rezultă din datele paleontologice, neanderthalienii deţineau nu numai mijloacele materiale de a lupta cu rigorile unei modificări de climat, ci îşi dezvoltaseră şi mecanisme sociale de întrajutorare şi colaborare. După cum a arătat antropologul René Dubos, acestora nu le lipsea grija faţă de semeni: primul schelet complet de *Homo sapiens neanderthalensis* era cel al unui bătrîn de 60 de ani, într-atît de deformat de artrită încît era imposibil ca el să participe la vînătoare, sau să presteze o activitate utilă. Şi totuşi, se pare că bătrînul neanderthalian a murit de bătrîneţe...

Să fi fost oare noul venit pe scena istoriei deţinătorul unor avantaje rezultate din procesul de adaptare, şi care să fi constituit premisa unică a evoluţiei spre civilizaţie? Aceste avantaje există: noul venit, pe nume *Homo sapiens sapiens*, deţine o adevărată artă în fabricarea de unelte din piatră, lemn sau os. Pentru prima dată, el foloseşte pe scară largă arcul cu săgeţi şi aruncătorul de suliţe. Dar toate avantajele enumerate nu sînt suficiente pentru a explica înlocuirea bruscă, în toate orizonturile geografice, a lui *Homo sapiens neanderthalensis* de către *Homo sapiens sapiens*, mai ales că nu avem certitudinea existenţei unei concurenţe între cele două tipuri umane.

În sfîrşit, ne-am putea imagina şi un proces evolutiv extrem de rapid, care să producă schimbări anatomice sesizabile şi să determine transformarea unui tip în celălalt. Dar un astfel de orizont temporal pare cu desăvîrşire prea scurt pentru un astfel de proces. Şi, tot ca un contraargument la o astfel de ipoteză, putem menţiona lipsa absolută de dovezi materiale, mai precis de posibile forme de tranziţie.

Cea mai ieşită din comun teorie în legătură cu extincţia neanderthalienilor aparţine unui tandem interdisciplinar: anatomistul Edmund Crelin (Facultatea de Medicină din Yale — S.U.A.) şi lingvistul Philip Lieberman (Universitatea din Brown — S.U.A.). Analizînd din punct de vedere anatomic craniul maimuţelor antropoide, al lui *Homo sapiens neanderthalensis* şi al lui *Homo sapiens sapiens*, E. Crelin a reconstituit conformaţia posibilă a cavităţii bucale şi a laringelui neanderthalienilor, ajungînd la concluzia că aceştia nu aveau faringe, un element de primă importanţă al aparatului fonator uman. Lipsite de faringe sînt şi maimuţele antropoide — iată, deci, cum o însuşire „primitivă" şi-a perpetuat existenţa pe durata a peste 3 milioane de ani, dispărînd de-abia cu 45.000 de ani în urmă.

La *Homo sapiens sapiens* sistemul fonator este alcătuit din două cavităţi de rezonanţă: cavitatea faringiană şi cavitatea bucală. Sunetul este emis în laringe, pentru a fi ulterior modulat cu ajutorul faringelui, al cavităţii bucale şi al limbii. În felul acesta, posibilităţile de comunicare sînt mult mai complexe, existînd în primul rînd posibilitatea rostirii vocalelor A, I, U, fără de care nici unul din limbajele articulate contemporane nu ar putea exista (datorită frecvenţei cu care apar, aceste trei vocale sînt utilizate în sistemele automate de calcul pentru analiza şi sinteza limbajului uman).

După cum am văzut, principalul element care diferenţiază cele două specii umane este forma craniului şi apariţia faringelui. În felul acesta, afirmă cei doi cercetători, susţinuţi de către Glynn Isaac (University of California — S.U.A.), *Homo sapiens sapiens* a reuşit acolo unde predecesorul său a dat greş, şi anume în complexul domeniu al comunicaţiilor interumane şi al organizării, pe această bază, a relaţiilor în cadrul grupului.

În altă ordine de idei, putem reveni la afirmaţiile lui O. K. Maerth, care susţine că în momentul pierderii complete a capacităţilor de comunicare extrasenzorială, fiinţa umană s-a văzut nevoită să suplinească această pierdere prin crearea unui sistem artificial de comunicare. Singurul remediu putea fi limbajul articulat, creat prin perfecţionarea sunetelor onomatopeice primare. În această situaţie, evoluţia nu a fost atît de aspră pe cît ne poate părea la prima vedere: dacă dezvoltarea pripită a creierului a privat fiinţa umană de percepţia extrasenzorială, tot această evoluţie, prin parametrii ei finali, a creat disponibilităţile cerebrale necesare iniţierii şi întreţinerii limbajului.

Apariţia limbajului, născut din necesităţi concrete şi imperative, a înscris evoluţia omului pe un făgaş care l-a rupt definitiv de ceea ce, cu nejustificat dispreţ, numim „anima-

litate". Percepția extrasenzorială se înscrie, la toate speciile animale, în rîndul mijloacelor de investigare a mediului, avînd probabil un rol privilegiat, prin finețea și extinderea sa spațială. Desigur, informațiile primite din acest canal sînt analizate și valorificate la nivelul actelor reflexe, contribuind la reușita integrării organismului în mediu.

Putem deci să ne dăm seama ce grea a putut fi pentru *Homo sapiens* pierderea capacităților de percepție extrasenzorială. Brusc, el s-a văzut privat de o bună parte din informațiile pe care le primea de la mediu, pierdere pe care a putut-o recupera numai prin atribuirea de noi funcții organului hipertrofiat cu care îl înzestrase natura: creierul. Pînă la apariția limbajului, informațiile pe care organismul le primea de la mediu erau fizice în sensul strict al cuvîntului, acumularea de experiență și învățarea realizîndu-se tot pe baza acestor informații.

Limbajul uman are un caracter mult mai convențional, obiectele, fenomenele și stările fiind desemnate oarecum arbitrar, în bună parte în funcție de posibilitățile de rostire a numelor stabilite. Să nu uităm că, oricîte cercetări s-au făcut, nu a putut fi descoperit un limbaj primordial, din care să derive, prin izolarea geografică, toate limbajele umane. Actualmente, pe suprafața Terrei se vorbesc peste 3.000 de limbi, dialecte și limbaje diferite, grupările pe care le fac lingviștii fiind în bună măsură arbitrare, de multe ori realizate pe criterii geografice.

În creierul uman, pe baza creată de excedentul de materie cerebrală, apar două modalități de reprezentare, pe care, simplificînd la maximum, le putem numi concretă (bazată pe relații directe și imediate cu mediul) și abstractă (realizată prin efectul acumulărilor anterioare, al experienței). Reprezentarea abstractă devine utilizabilă în îmbogățirea informațiilor transmise și recepționate, creînd posibilitatea referirii la un obiect sau un proces în lipsa acestuia. Un om și un iepure văd la fel de bine un gard care se înalță în fața lor. Dar, spre deosebire de iepure, omul va fi singurul care va putea să-și imagineze un gard, atunci cînd în fața ochilor se întinde o cîmpie neatinsă încă de activitatea sa creatoare.

Pentru a încheia discursul funerar pentru *Homo sapiens neanderthalensis*, putem presupune, avînd în vedere cele de mai sus, că imposibilitatea creării unui limbaj i-a închis fără milă drumul evoluției.

Odată depășită criza informațională din urmă cu 45.000 de ani, *Homo sapiens sapiens* (pe care îl vom numi mai simplu, de acum încolo, OMUL), se înscrie decis pe calea evoluției culturale. Dacă predecesorii săi au reprezentat faza biologică de evoluție a genului *Homo*, el devine subiectul evoluției culturale. Revoluția neolitică are, în perspectiva istoriei umane, o importanță cel puțin la fel de mare ca și impetuoasa revoluție tehnico-științifică care se desfășoară în zilele noastre. Posibilitatea acumulării și transmiterii experienței (care nu avem certitudinea că era transmisibilă pe căi extrasenzoriale) se reflectă imediat în plan tehnologic, producția de unelte și arme atingînd un nivel fără precedent.

Acum, omul a început să-și construiască locuințe, a început să utilizeze plute și bărci pentru străbaterea întinderilor de apă. Necesitățile de hrană impun noi căutări, prin îmbunătățirea vînătorii și începerea practicării pescuitului. Tot acum, se conturează embrionii vieții sociale, se produce treptat o instituționalizare a structurii sociale, izvorîte din relațiile interumane caracteristice comunității respective.

O dovadă a instituirii și dezvoltării limbajului și a reprezentărilor abstracte o constituie manifestările de artă primitivă, vechi de 15—20.000 de ani, pe care omul le-a plasat pentru nemurire pe pereții unor peșteri din Spania și Franța, cum ar fi Altamira, Lascaux, Fond-de-Gaume, Combarelles. Aspectul lor întrutotul modern, arta rafinată a culorilor, simțul proporțiilor și al perspectivei au determinat o vreme pe exegeții artei să le considere niște contrafaceri reușite. Odată demonstrată autenticitatea acestor comori de artă, s-a impus de la sine concluzia că oamenii care le-au creat au fost întrutotul asemănători nouă, atît în ceea ce privește capacitatea de abstractizare, cît și în ceea ce privește tehnica realizării frescelor rupestre.

În acest punct, putem avea o imagine clară asupra avantajelor pe care omul modern le-a putut deține față de predecesorul său neanderthalian, și care i-au permis să-l înlocuiască pe acesta în toate ariile geografice. Cu toate acestea, nu putem avea certitudinea absolută că Omul din Neanderthal a dispărut cu desăvîrșire de pe suprafața planetei, existînd o serie de dovezi contemporane care ne duc la concluzia că strămoșul nostru mai apropiat a supraviețuit în unele locuri izolate.

Prima din aceste dovezi este cea furnizată de colonelul englez Howard Bury, care în anul 1921 a descoperit pe ver-

santul sudic al Himalayei urmele de picior ale unui om uriaș, sau ale unei ființe umanoide care practica poziția bipedă.

Howard Bury se îndrepta spre piscurile Himalayei cu intenția de a cuceri Chomolungma, cel mai înalt vîrf din întregul lanț muntos, precum și de pe Terra. Ne putem imagina surpriza sa, cînd a văzut imprimate pe zăpadă, la înălțimea de peste 6.000 de metri, urme uriașe, cu aspect uman. Șerpașii expediției s-au arătat mai puțin surprinși, afirmînd că urmele aparțin „uriașului zăpezii" („yehteh" în dialectul șerpa, tot șerpașii numindu-l și „meth kangmi", adică „înfiorătorul om al zăpezii"), care bîntuie regiunea respectivă și cauzează destule necazuri oamenilor.

Relatarea lui Howard Bury a stîrnit senzație, și de-abia atunci au fost privite cu interes relatările unor expediții engleze din anii 1832 și 1887, care semnalează existența în Himalaya a unor ființe umanoide uriașe, avînd corpul acoperit cu păr și mîinile lungi pînă la genunchi. În perioada următoare, căutarea și capturarea lui „Yeti" (cum a fost numită ciudata ființă, prin transliterația denumirii șerpa) a devenit o preocupare constantă a expedițiilor întreprinse în zonă. În 1936—1937 se fac în Nepal, la peste 5.000 de metri înălțime, primele fotografii ale unor urme de yeti, între anii 1940—1948 avînd loc și întîlniri față în față între acesta și om. Din 1950 întîlnirile au fost numai întîmplătoare și sporadice, suficiente însă pentru a cimenta convingerea că yeti există, și a schița un portret robot al acestuia: înălțime pînă la 2 metri, fără coadă, acoperit pe tot corpul de un păr de culoare neagră sau castanie, cu o față de gorilă și fălci puternice, mîini lungi pînă la genunchi, comunicare rudimentară prin fluierături sau șuierături.

Făpturi similare au fost semnalate și în alte regiuni, sugerînd o răspîndire planetară a acestor relicve din vremuri demult apuse. În Mongolia, ele sînt cunoscute sub numele de „almasty", în Caucaz sub numele de „kaptar", iar în S.U.A. și Canada, unde trăiește în lanțul Munților Stîncoși, sub numele de „big-feet", sau „sasquatch". Recent, un astfel de hominid a fost semnalat în documentele arhivelor filialei din Iakuția a Academiei de științe a U.R.S.S., și în mărturiile unui mare număr de martori oculari. Numit „ciuciunaa" (în traducere aproximativă „fugarul"), el seamănă foarte mult cu omologul său himalayan: înălțime de peste 2 metri, mîini foarte lungi, capul de dimensiuni umane, dar cu o altă conformație (frunte foarte teșită și bărbie proeminentă). Trăind în munți,

el se hrănește cu carne crudă și se îmbracă în piei de ren prelucrate sumar.

Din 1960, „fugarul" n-a mai fost văzut. A fugit, el, oare, numai din fața oamenilor, retrăgîndu-se mai adînc în creierul munților, sau a fugit din istorie, ieșind pe poarta rezervată înfrînților și neadaptabililor?

În 1978, cercetătoarea franceză Jaqueline Roumeguerre Eberhardy a atras atenția opiniei publice asupra unor relatări din jungla kenyană, unde martori oculari au semnalat prezența unui „om al pădurilor", care se prezintă ca o ființă intermediară între om și maimuță. Relatările duc la concluzia că în jungla din vestul Kenyei s-ar putea afla 5 tipuri de astfel de „oameni ai pădurilor", între care și un „uriaș blond"...

Să ne deplasăm acum spre nord, și să poposim în Caucaz, zonă cu o foarte mare frecvență a aparițiilor de „kaptar". Una din cele mai impresionante relatări este cea făcută în anul 1941 de către locotenent-colonelul medic L. Karapetian. Aflîndu-se în trecere printr-un sat din Daghestan, localnicii l-au rugat să examineze o ființă pe care au capturat-o, și care semăna mai mult a animal decît a om. Într-adevăr, ofițerul a găsit închisă într-o magazie o ființă cu cert aspect umanoid, cu înălțimea de 180 cm, cu corpul acoperit de peri închiși la culoare, iar pe față avînd peri ca de vacă. Mîinile, de o lungime impresionantă, aveau aspect uman, la fel ca și picioarele, de care prizonierul se servea pentru a păstra o poziție verticală, tipic umană.

Karapetian a întrebat de ce prizonierul este ținut într-o încăpere neîncălzită, deși vremea era friguroasă. I s-a răspuns că, ținută la căldură, ființa răspîndește un miros neplăcut. După ce și-a notat aceste informații, ofițerul a dispus ca ființa să fie eliberată. Văzîndu-se în libertate, „kaptar" a dispărut rapid în munți, cu un pas elastic și ușor.

„Oameni ai zăpezilor" au fost văzuți în repetate rînduri și în Tadjikistan, în munții Gurissarski. Un grup de entuziaști, conduși de către alpinistul Igor Tațl, a efectuat 6 expediții în zonă, rezultatele fiind dintre cele mai promițătoare: s-au strîns numeroase mărturii ale localnicilor, au fost fotografiate urme, și s-a reușit ridicarea unei amprente. Lungă de 34 de cm și largă de 16 cm la nivelul degetelor, cu degetele răsfirate, cel mare fiind mult mai lung, urma demonstrează că hominidul este lipsit de boltă plantară, avînd deci piciorul plat.

Un număr de patru membri ai expediției lui Igor Tațl au avut și norocul să se întîlnească cu misteriosul hominid, și

să-l vadă de aproape. Și, un fapt foarte interesant de notat, este cel relatat de studenta Nina Guseva, care afirmă că hominidul observat de ea lovea cu o anumită metodă două pietre culese din albia unui rîu, probabil cu intenția de a-și făuri o unealtă.

Relatările celor care au văzut pe „yeti" sau „kaptar" au fost cu ușurință luate în derîdere de către sceptici, cărora li se părea imposibil tot ce nu puteau privi cu propriii ochi. Prima dovadă adresată acestor ochi a fost obținută în data de 20 octombrie 1967, în munții Shasta din nordul statului american California. În acea zi, Roger Patterson și Robert Himlin străbăteau călare un defileu aproape inaccesibil, încărcat de o vegetație abundentă. La un moment dat, cei doi exploratori au observat, pe malul rîului care străbătea defileul, o ființă păroasă care stătea chircită. Cînd a remarcat apropierea oamenilor, ființa, care semăna mult cu o maimuță uriașă, s-a ridicat și a început să se retragă cu fața spre intruși.

Patterson, care purta în permanență la el un aparat de filmat destinat surprinderii pe peliculă a unor scene din viața animalelor pădurii, a sărit de pe cal și a căutat o poziție bună pentru filmare. Între timp, Himlin a încercat să taie calea ființei păroase, pentru a-i încetini retragerea. Eforturi zadarnice, căci sub obiectivul aparatului de filmat enigmatica ființă a efectuat cîteva salturi peste trunchiul unor copaci doborîți de furtună, și s-a pierdut în pădurea deasă din jur. Cu toată retragerea pripită, a rămas o secvență filmată cu durata de aproximativ un minut, în care toate detaliile morfologice ale lui „big feet" pot fi cercetate pe îndelete.

Din păcate, prea puțini au fost cei care au acordat filmului atenția cuvenită. Prima analiză științifică a imaginilor pe care acesta le conține a avut loc de-abia în anul 1971, cînd filmul a ajuns la Moscova, la Muzeul de științe naturale „Darwin". Aici, filmul a fost supus analizei unei echipe complexe, alcătuită din antropologi, fiziologi, ortopediști, sportivi, fizicieni, artiști plastici, cineaști, istorici și . . . criminaliști.

Prima concluzie, cea a cineaștilor, a fost că pelicula este absolut autentică, neexistînd indicii care să trezească bănuiala unui trucaj. Antrenorii de atletism și marș au afirmat că nu putea fi vorba despre un om îmbrăcat cu o blană, întrucît nici un om nu poate să se miște atît de lin, fără nici o deplasare vizibilă pe verticală a centrului de greutate. Ortopediștii au declarat că nu este posibil să se realizeze un sistem mecanic care să se deplaseze atît de ușor și armonios. În sfîrșit, nici

criminaliștii, persoane cu experiență în domeniu, nu au descoperit vreo urmă cît de mică de contrafacere în întreaga scenă filmată.

Pentru a putea efectua măsurători antropometrice, istoricul Igor Burțev a cerut colegilor săi americani să măsoare cu precizie dimensiunile buturugilor aflate în sectorul de pădure filmat, și care se văd cu claritate în imagine. În funcție de aceste date, s-a putut determina faptul că filmarea s-a făcut de la o distanță de 40—43 metri, înălțimea ființei cu aspect hominid fiind evaluată la 1,80—2,10 metri. Corelînd aceste date cu dimensiunile urmelor lăsate pe nisip, s-a ajuns la concluzia că talpa piciorului avea o lungime de 38 de cm, deschiderea pasului fiind de 1,20 metri.

Concluzia acestor cercetări a fost formulată de către profesorul D. Donskoi, specialist în biomecanică, care apreciază mersul ființei drept natural, fără nimic artificial, cum ar fi cazul unor imitații sau contrafaceri. În altă ordine de idei, mersul nu este deloc tipic pentru om. Mai mult chiar, valorificînd pe deplin datele disponibile, profesorul Donskoi a afirmat că ființa filmată în California ar fi de . . . sex feminin.

Care este destinul acestor relicve vii? Ce le rezervă viitorul lui yeti, almasty, kaptar sau big feet? În luna mai 1978, un grup de excursioniști veniți în vizită la stațiunea meteorologică de la Bermamyt (Caucazul de Nord) au descoperit pe zăpadă două șiruri misterioase de urme, foarte asemănătoare cu cele lăsate de piciorul gol al omului. Singura deosebire era în ceea ce privește dimensiunile: urma cea mai mare avea lungimea de 50 cm, dimensiune cu totul excepțională chiar și pentru aceste ființe, pe bună dreptate numite „big-feet" (picior mare). Dar, elementul cu totul deosebit, și unic pînă acum în analele observațiilor efectuate, este faptul că urma cealaltă avea o lungime de „numai" 25 de centimetri, putînd fi atribuit unui exemplar tînăr, aflat în creștere.

În felul acesta, s-a putut obține o primă dovadă — ce-i drept, nu deosebit de sigură — a faptului că aceste enigmatice ființe se înmulțesc, perpetuîndu-și existența. Cu toate acestea, aria geografică în care ele pot fi întîlnite se strîmtează mereu, sub asaltul activităților industriale și agricole în continuă expansiune. Problema demonstrării existenței „omului zăpezii" se poate rezolva numai capturînd un exemplar viu. De-abia atunci oamenii de știință vor putea să-și dea verdictul asupra naturii acestei ființe, pe care o putem cataloga în rîndul marilor enigme ale planetei.

Acesta este un veritabil cerc vicios: trebuie să capturăm un exemplar în condițiile în care numărul lor se reduce continuu. Oare „omul zăpezilor" nu va ajunge să păsească, alături de noi, în secolul XXI?

Am insistat mai mult (afectînd poate chiar echilibrul expunerii) asupra hominidelor contemporane nouă, din dorința de a impune ideea importanței pe care aceste veritabile fosile vii o prezintă pentru antropologie. Ele sînt, în primul rînd, un bun argument în favoarea ideii de evoluție, primitivismul lor, în comparație cu nivelul de dezvoltare al omului, ieșind clar în evidență. În al doilea rînd, existența lor demonstrează că în natură nu există fenomene nete, cu sfîrșit brusc, hominidele supraviețuind la aproape 40.000 de ani de la momentul în care era plasată dispariția lor completă. În sfîrșit, studierea anatomiei și fiziologiei unei astfel de ființe ar putea oferi informații de maximă însemnătate celor care încearcă să traseze cu exactitate arborele genealogic al speciei umane.

Din jocul factorilor amintiți mai înainte, joc ale cărui reguli nu le cunoaștem, a ieșit cîștigător *Homo sapiens sapiens*, încoronarea eforturilor evolutive pe care viața terestră le-a depus timp de peste 3 miliarde de ani. Și vom relua povestea ascensiunii umane din punctul în care am lăsat-o, și anume în urmă cu 15.000 de ani.

Atunci, omul era un copil al naturii. El nu dorea, nu căuta și nu utiliza decît ceea ce-i oferea bogatul mediu natural. Ducînd o viață de prădători (vînători și culegători), oamenii se integrau perfect ciclurilor naturale, a căror regularitate și succesiune au fost pentru om prima lecție de astronomie. Relațiile omului cu mediul înconjurător cîștigă în bogăție și complexitate, sfera activităților umane lărgindu-se cu trecerea fiecărui mileniu.

Primul eveniment cu rezonanță în întreaga viață a omenirii a fost ceea ce se numește revoluția neolitică (sau agricolă). Începută cu aproximativ 12.000 de ani în urmă, revoluția neolitică s-a evidențiat prin domesticirea animalelor, precum și prin „domesticirea" unor specii de plante utilizabile în alimentație. Pentru a explica aceste procese, istoricul V. Gordon Childe a formulat în urmă cu 40 de ani „teoria oazelor". Conform afirmațiilor vestitului istoric britanic, odată cu retragerea ghețarilor din nordul Europei, regimul pluvial în Orientul Apropiat a devenit mai sărac, ceea ce a condus la împuținarea apei și a hranei disponibile. În aceste condiții, oamenii și animalele s-au regrupat în jurul surselor de apă și de hrană, fiind

forțați la conviețuire într-un spațiu limitat. Constrîns de această conviețuire, precum și gîndindu-se la asigurarea unor surse de hrană mai puțin supuse capriciilor climatice, omul a început să domesticească animalele.

Rezultatele săpăturilor arheologice efectuate în Orientul Apropiat au acreditat ideea că începuturile domesticirii animalelor și a păstoritului pot fi plasate în această regiune. În straturile cu vechime de 10—11.000 de ani au fost descoperite oseminte umane asociate cu oase de cîine (mai precis, o formă intermediară între lup și cîine), dovadă că încă din acele vremuri îndepărtate omul își asociase cînele, pentru pază și vînătoare. Tot aici, au fost scoase la iveală oase ale strămoșilor sălbatici ai caprei, vacii, oii și porcului.

Cu toate aceste dovezi, teoria formulată de către V. Gordon Childe nu a fost confirmată de către cercetările ulterioare. În 1948, arheologul american Robert J. Braidwood (Universitatea din Chicago), a efectuat săpături de amploare în Munții Zagros, la frontiera sudică a Irakului. Echipa condusă de către Braidwood a fost alcătuită din botaniști, zoologi și geologi, rezultatele săpăturilor fiind în felul acesta valorificate la maximum. Prima concluzie a fost că, în perioada la care facem referire, nu s-a putut detecta vreo schimbare importantă a climatului, fiind vorba cel mult despre ușoare variații climatice. În aceste concluzii se arată că agricultura a fost o activitate sporadică la început, născută mai mult din capacitatea de observare și învățare specific umană, decît din niște necesități stringente, imediate.

Obiectul cercetărilor echipei conduse de către R. Braidwood l-a constituit o localitate rurală, mai precis o grupare de locuințe simple, căreia i s-a pus numele de Jarmo. Modestul sătuc a atins maximul dezvoltării sale în jurul anului 8000 î.e.n., și se presupune că în felul acesta au putut lua naștere mai tîrziu, așezările umane de tip urban. Dar această presupunere a fost înăbușită în față de către arheologul englez Kathleen Kanyon, care a scos la lumină urmele orașului Ierihon, cel puțin contemporan cu modestul sătuc din Munții Zagros, dacă nu cumva l-a devansat cu aproape un mileniu.

În ultimă instanță, poate are mai puțină importanță aflarea momentului exact în care a debutat agricultura și domesticirea animalelor, decît sublinierea importanței pe care aceste activități l-au avut în evoluția generală a speciei umane. Pînă la agricultură și creșterea animalelor, influența oamenilor asupra mediului nu era mai notabilă decît cea a unei colonii de

castori trudind cu hărnicie la înjghebarea unui baraj. Toate obiectele pe care omul le prelua din natură erau utilizate în mare măsură în forma lor inițială, puține dintre ele suferind schimbări esențiale, transformate fiind în obiecte de altă natură.

Această atitudine cvasi-pasivă a omului față de natură a durat pînă în momentul în care omul a început să intervină în procesele naturale, modificîndu-le evoluția în funcție de interesele sale imediate. Orzul, secara sau porumbul sălbatic aveau o densitate în teren suficientă pentru a asigura recoltarea convenabilă a lor. Cu toate acestea, posibilitatea păstrării semințelor a inoculat omului ideea plantării lor la reîntoarcerea sezonului cald, poate și în vederea corectării influențelor climatice, sau pentru a asigura dezvoltarea plantelor într-un loc mai convenabil. După cum ni se pare normal, nu erau plantate decît semințele sănătoase, bine dezvoltate, în felul acesta asigurîndu-se o creștere mai viguroasă și o recoltă mai mare (este suficient să amintim că, față de strămoșul său de acum 15.000 de ani, care avea numai 12 boabe, porumbul actual deține, pe un singur știulete sănătos, pînă la 900—1.000 de boabe).

Desigur, rezultatele agricultorilor neolitici n-au avut spectaculozitatea ingineriei genetice, dar au constituit primul pas al selecției artificiale, materializată în formarea de linii genetice cu caracteristicile dorite de om. Un fenomen similar s-a petrecut și în domeniul domesticirii și creșterii animalelor, care au fost alese și selecționate în funcție de necesitățile alimentare ale omenirii.

Rezultatele sînt, fără îndoială, spectaculoase, dar trebuie să arătăm că există și un aspect mai puțin îmbucurător al problemei. După cum a arătat prof. Jean Mayer, rector al Universității Tufts (S.U.A.), în urmă cu 10.000 de ani omenirea dispunea de aproximativ 5.000 de specii de plante comestibile, depozitarele unei imense bogății de informații genetice. Astăzi, în activitățile alimentare ale omenirii sînt cuprinse mai puțin de 150 de specii, unele dintre ele prezentînd o specializare împinsă la extrem. După datele furnizate de către F.A.O., supraviețuirea omenirii se bazează astăzi pe numai 15 specii de plante alimentare: 5 plante cerealiere (orezul, grîul, porumbul, sorgul și orzul), trei plante cu tuberculi comestibili (cartoful, maniocul, cartoful dulce), trei plante leguminoase (fasolea, soia și arahida), două plante producătoare de zahăr

(sfecla și trestia de zahăr) și doi arbori fructiferi (bananierul și cocotierul).

Dependența de un număr atît de restrîns de specii de plante face ca acum, după 12.000 de ani de agricultură, omenirea să fie extrem de vulnerabilă la posibilele întreruperi dezastruoase ale aprovizionării cu hrană, cauzate de catastrofe naturale sau de accidente genetice provocate de om.

Unul din cele mai pregnante exemple de catastrofă alimentară provocată de acțiunea necugetată a omului este marea foamete care a lovit Irlanda în anii 1846 și 1847. După cum se știe, în Irlanda alimentul de bază este cartoful, care se potrivește de minune cu climatul temperat-oceanic al marii insule din vestul Europei. Ca urmare a cultivării îndelungate a cartofului, se selecționase o linie genetică de înaltă puritate, cu randamente înalte, dar vulnerabilă la boli și dăunători. Într-adevăr, în vara caldă și umedă a anului 1846, întreaga cultură de cartofi a Irlandei a fost potopită de ciuperci din genul *Tilletia*, în felul acesta, într-un interval foarte scurt de timp, recolta fiind în întregime distrusă. Pentru poporul irlandez, urmările au fost dezastruoase, ele însemnînd o foamete care a ucis 2,5 milioane de oameni, și a împins pe calea exilului alte 2 milioane.

Pentru a reveni la mecanismele prime ale agriculturii primitive, nu putem neglija posibilele efecte ale presiunii demografice în continuă creștere. Determinarea parametrilor demografici ai dezvoltării umane este deosebit de dificilă, întrucît nu deținem suficiente date în materie, care să ofere informații cu o sferă largă de cuprindere. Mai mult, nu avem informații în legătură cu dinamica populației (sporul natural) în perioade mai îndepărtate de zilele noastre, știut fiind că această dinamică este influențată de foarte mulți factori, începînd cu situația alimentară și terminînd cu tradițiile și obiceiurile locale.

În anul 1962, un grup de demografi americani de la Boston University au întocmit un scenariu al evoluției demografice umane, luînd în calcul o vîrstă totală a omenirii de 600.000 de ani (ceea ce nu este greșit cel puțin din punct de vedere demografic — căci numai după această dată au început hominidele să formeze o populație compactă), împărțind intervalul scurs de atunci pînă azi în trei perioade: 600.000—6.000 î.e.n., 6.000 î.e.n. — 1.650 e.n., 1.650—1962. Pentru a ajunge la populația umană a anului 1962, sporul demografic al celor trei perioade trebuie să fi fost de 0,02‰, 0,6‰ și 4,35‰. Datele demografice imediat ulterioare acestei estimări au schimbat

considerabil aspectul problemei, căci în anul 1965 sporul natural al populației a atins impresionantul nivel de 20‰, pentru ca în unele zone ale Terrei (în regiunile în curs de dezvoltare) sporul să atingă nivelul record de 30‰.

În aceste condiții, termenul de „explozie demografică" este pe deplin justificat, fiindcă el surprinde cu claritate aspectul exponențial al evoluției populației umane a planetei noastre.

Una din cele mai realiste estimări ale evoluției demografice umane aparține specialistului american Nathan Haifetz, care a luat ca bază de calcul total de ani-om trăiți, în condițiile unei durate medii a vieții, pe întreaga perioadă, de aproximativ 25 de ani. El a admis ca vîrstă totală a omenirii 1 milioan de ani, pe care i-a divizat în 4 perioade, considerînd încă că totul a început de la o pereche convențională inițială.

După cum rezultă din calcule, în jurul anului 5000 î.e.n. populația umană a Terrei ar fi atins cifra de 5 milioane de indivizi, pentru ca atunci cînd mijeau zorii noii ere să ajungă la 25 de milioane de locuitori. Se pare că în această perioadă omenirea a depășit un prag critic, peste care sporul natural al populației a crescut vertiginos. Estimările demografice susțin această idee, căci în anul 1650 populația Terrei atinsese cifra de 545 de milioane de oameni, pentru ca în următoarele secole la furnicarul uman să se mai adauge 2 miliarde de oameni (de 4 ori întreaga populație a globului în anul 1650). Cumulînd estimările demografice pentru întreaga perioadă, Nathan Haifetz ajunge la concluzia că, în total, pe Terra s-au născut peste 70 de miliarde de ființe umane, din care aproape 7% se află în prezent în viață.

Aceste rezultate demonstrează încă o dată că fenomenele și procesele naturale sînt matematice numai prin posibilitățile de cuantificare a evoluției și a rezultatelor, dar drumul acestei evoluții se aseamănă prea puțin cu legile numerelor. Dacă considerăm că dintr-un cuplu care a trăit în urmă cu 600.000 de ani au rezultat urmași care s-au înmulțit constant, conform unei capacități normale de reproducere, rezultă că numărul total de oameni născuți pe Terra ar fi trebuit să fie de 3.390 de miliarde! Rezultatul este la fel de aberant ca și metoda în sine.

Principala concluzie pe care trebuie s-o tragem din aceste calcule demografice este că sporirea populației a putut fi o cauză logică pentru creșterea interesului față de agricultură. Urmele de locuire din „cornul fertil" care se întinde în Orientul Apropiat, între Valea Nilului și văile Tigrului și Eufratului, demonstrează că în aceste locuri a existat în urmă cu 12.000 de ani o populație densă, care s-a aglomerat continuu într-un spațiu geografic relativ limitat. Singura soluție era renunțarea la roadele incerte ale culesului, și dezvoltarea unor surse de hrană care să asigure necesitățile alimentare ale populației, aflată în creștere, fiind totodată ferite de rigorile climatului. Iar practicarea activităților agricole într-un spațiu precis delimitat făcea necesară apariția satului și, în perspectivă, a orașului.

Spiritul didactic ne-a făcut să ne închipuim trecerea omului de la locuirea în peșteri la locuirea în case, și de la culeș la agricultură, ca pe un proces continuu, în care etapele — bine delimitate — s-au urmat cu consecvență una pe cealaltă. Din păcate pentru frumusețea acestui scenariu, procesul a fost mai complex și mai contradictoriu decît a părut la un moment dat. O dovadă în acest sens o constituie coexistența în același orizont geografic a cetății Ierihon și a modestelor cătune din Munții Zagros.

Un alt clișeu, de a cărui deplină valabilitate ne putem îndoi, este obligativitatea existenței unei zone agricole bine dezvoltate în jurul unui oraș. Este cazul așezării de la Catal Hüyük (Anatolia Centrală — Turcia), scoasă la lumină de către arheologul James Melaart, grație unor fericite săpături efectuate între anii 1961 și 1964. După cum afirmă descoperitorul său, Catal Hüyük merită pe deplină numele de oraș, întrucît era o comunitate cu o remarcabilă dezvoltare economică, cu meșteșugari specializați, o viață religioasă bogată, prezentînd un nivel de-a dreptul surprinzător în artă și în organizarea socială.

Cu cele 16 hectare ale sale, Catal Hüyük este, fără îndoială, cea mai proeminentă așezare neolitică cunoscută pînă în prezent. Desfășurată pe 12 nivele distincte, urmele de viețuire încep în anul 7000 î.e.n., pentru a se încheia în jurul anului 6000 î.e.n., prin misterioasa părăsire a orașului de către locuitorii săi. În acest interval de 1.000 de ani se întinde una din cele mai fertile experiențe umane în domeniul traiului în colectivitate, fără a se exclude posibilitatea ca în zone încă neexplorate integral să existe urme de locuire care să împingă cu mult în urmă momentul presupus al debutului vieții urbane a omenirii.

Casele din Catal Hüyük sînt clădite din cărămizi de aceeași mărime, chiar și fundațiile fiind realizate din cărămizi, de mai mari dimensiuni de această dată. Organizarea interioară a ca-

selor pare a fi realizată în baza unui proiect unic, bazat pe camere rectangulare, mobilierul fiind și el realizat din lut, sub forma unor platforme denivelate, care serveau în principal pentru diferite activități casnice și pentru somn. Ceea ce este cu totul remarcabil, este faptul că încăperile nu aveau ușă, accesul făcîndu-se prin acoperiș, printr-o gaură așezată spre sud, care servea în același timp pentru evacuarea fumului de la vetrele de foc pe care se prepara mîncarea. În orice moment, o astfel de casă se putea transforma într-o fortăreață inexpugnabilă, asigurînd securitatea locuitorilor săi.

Dotat cu un asemenea sistem de apărare, Catal Hüyük nu avea a se teme de nici un agresor (să nu uităm că ne aflăm în anul 7000 î.e.n., cînd imensele hoarde migratoare sînt de domeniul viitorului îndepărtat). Cu toate acestea, majoritatea locuințelor dintre nivelele 6 și 2 au fost distruse de către foc — dar, avînd în vedere numeroasele furtuni din regiune, precum și vînturile puternice, e mai lesne de presupus că aceste incendii pustiitoare sînt rodul unui accident, decît lucrarea unor mîini criminale.

Poate părea un paradox, dar focul a fost de un mare ajutor pentru arheologi. Boabele de cereale și oasele de animale carbonizate au rezistat ca atare trecerii timpului, oferind informații foarte prețioase asupra economiei așezării. După cum arată paleobiologul Hans Helbaeck, de la Muzeul Național al Danemarcei, toate boabele analizate au arătat că soiurile de plante cultivate la Catal Hüyük erau deosebite de soiurile sălbatice, ceea ce demonstrează existența unor preocupări susținute în domeniul agriculturii. Studierea osemintelor fosile a demonstrat că, la rîndul ei, creșterea animalelor era una din preocupările constante ale locuitorilor din Catal Hüyük. Au fost găsite urme fosile de vaci, oi și capre, și se presupune că era prezent și cîinele. Vînătoarea rămîne însă o sursă importantă de alimente, fapt probat prin existența între osemințe fosile a numeroase urme de bovidee sălbatice și căprioare.

Cu toate acestea, prin impresionantele urme de locuire, cu sanctuarele sale bogat împodobite, Catal Hüyük face dovada unei prosperități care depășește cu mult posibilitățile agricole oferite de cîmpia aluvionară în care orașul era așezat. În altă ordine de idei, aici apar din abundență materii prime care lipsesc în apropiere, și care nu puteau fi procurate decît printr-un comerț susținut, care să ofere în schimbul lor un material la fel de necesar. Acest material, destul de rar în

zăcămintele de suprafață, este obsidianul, „sticla vulcanică", deosebit de apreciat pentru confecționarea de scule tăioase. Originea obsidianului care se utiliza în mileniul 7 î.e.n. în Orientul Apropiat o putem plasa în Anatolia Centrală, la poalele vulcanilor Hasan Dag, Karaca Dag și Mekke Dag. De aici, locuitorii prosperului oraș extrăgeau blocuri de obsidian, pe care le ofereau în schimbul altor materii prime și a unor produse agricole, într-un vast spațiu geografic, care se întinde din Anatolia pînă la Golful Persic.

Finalizînd analiza civilizației neolitice de la Catal Hüyük, ni se prezintă un tablou deconcertant, care se poate încadra cu greu în tiparele istoriei noastre: un oraș, cu vechimea de peste 9000 de ani, în jurul căruia se practică o agricultură productivă și se cresc animale, în care s-au dezvoltat atît activitatea artistică cît și meșteșugurile, și care întreține relații comerciale cu centre locuite situate la sute de kilometri distanță! Toate acestea, repetăm, la începuturile istoriei, cînd omul de-abia făcea primii pași pe calea creării unei civilizații materiale.

Pe acest om (să-l mai numim oare „preistoric"?) ne-am obișnuit să-l acreditățm cu performanțe mai modeste: agricultură sporadică, îmblînzirea animalelor aflate în stadiul ei incipient, așezări umane de mărimea unui cătun. La Catal Hüyük, omul iese din preistorie pentru a intra în plină civilizație, beneficiind, poate pentru prima dată, de capacitățile uriașe ale organului cu care natura l-a înzestrat atunci cînd nu avea nevoie de el: creierul. Numai astfel putem explica remarcabilele performanțe umane pe care le găzduiește orașul de la începuturile istoriei, oraș care clatină actuala noastră viziune asupra destinului umanității.

În știința economică, aflată în bună măsură sub influența scenariului clasic evoluționist, se vorbește despre diviziunile sociale ale muncii, care au dus succesiv, în etape precis conturate, la separarea agricultorilor din rîndurile păstorilor, a meșteșugarilor din rîndurile agricultorilor, și a comercianților din rîndurile meșteșugarilor. Dinamica societății umane validează această teorie, dar existența orașului Catal Hüyük o infirmă căci, aici, în zorii istoriei, se practica atît păstoritul cît și agricultura, erau dezvoltate meșteșugurile și înflorea comerțul.

La Catal Hüyük, omul a pășit cu dreptul în istorie. Părea că nimic nu poate zdruncina soliditatea acestui oraș prosper, menit parcă să înfrunte mileniile. Cu toate acestea, în mod inexplicabil, după numai 1.000 de ani de prosperitate, orașul

este abandonat de către locuitorii săi. Catastrofă ecologică? Incendiu pustiitor? Urmele nu dau informații în acest sens. În mormintele orașului, situate în case, sub platformele multifuncționale, s-au găsit în majoritate schelete de femei și copii, îngropate într-o poziție contractată. Scheletele de bărbați apar mult mai rar, și ne întrebăm dacă nu a conținut civilizația anatoliană timpurie germenele propriei sale distrugeri, strecurat într-una din acele particularități care astăzi scapă atenției noastre?

Misterioasa cetate anatoliană a constituit doar un episod din mersul, tot mai accelerat, al omului către civilizație. Împinși de relativa uscăciune determinată de retragerea ghețarilor în perioada post-glaciară, atrași de certele avantaje pe care le oferea traiul în vecinătatea unor mari cursuri de apă, oamenii s-au instalat în luncile primitoare ale unor fluvii tutelare, cum ar fi Nilul, Tigrul, Eufratul, Gangele și Brahmaputra. În aceste vetre fertile, au înflorit marile civilizații ale antichității: egipteană, sumeriană, indiană și extrem orientală, care au fost primele creatoare ale unor valori materiale și spirituale perene. Tot aici, în Lumea Veche, apare prima civilizație apropiată de spiritul nostru modern — cea greacă — și prima civilizație cu vocație continentală — cea romană — a căror strălucire a pus în umbră originalele și fertilele civilizații făurite de către traci și celți.

De partea cealaltă a Oceanului Atlantic se petrecea, în acest timp, cea mai originală și mai fertilă experiență a civilizației terestre. Aici, olmecii, mayașii, tehuacanii, toltecii, aztecii și incașii au creat complexe culturale originale, dînd astfel expresie, în modalități specifice, marilor probleme ale naturii umane. Cînd au sosit pe meleagurile centramericane, reprezentanții civilizațiilor medievale europene au fost uluiți de complexitatea și grandoarea civilizației create de contemporanii lor din Lumea Nouă. De aceea, cu atît mai de neînțeles pare oarba furie destructivă care a împins pe primii la săvîrșirea unuia din cele mai mari, și în mod sigur, cel mai reprobabil genocid al istoriei.

În ciuda acestui genocid, civilizația Lumii Noi nu a dispărut cu desăvîrșire, ea lăsîndu-și urmele ascunse în junglă, și subtile influențe în culturile care au înlocuit-o. În alte locuri, procese similare s-au desfășurat pe căi mai pașnice, dovedind că apropierea a două civilizații nu este un joc al supunerii și al dominației, ci un sistem complex de relații subtile și de influențe reciproce. Pe această cale, am ajuns acolo încît să

putem vorbi despre o civilizație planetară, în care participă un mare număr de complexe culturale naționale.

Devenită o civilizație planetară, omenirea își ridică privirile spre astre — dar nu pentru o contemplare sterilă, ci pentru a da expresie dorinței de-a le atinge și a le cunoaște. În urmă cu peste 3 miliarde de ani, cosmosul a patronat apariția vieții pe modesta noastră planetă. Azi viața, prin cel mai înalt reprezentant al său — omul —, cunoaște o necesară și decisivă îndreptare spre cosmos.

*

* *

OMUL ȘI UNIVERSUL

COSMOSUL — O DESCHIDERE NECESARĂ

Secolul XV a rămas în istorie sub însemnul marilor descoperiri geografice — și, în cuprinsul său, omenirea a făcut pași însemnați pe calea cunoașterii propriei planete.

Secolul nostru — a cărui istorie nu a fost încă scrisă — va figura, cu certitudine, sub numele de secol al marilor descoperiri cosmice.

Numai patru secole (400 de ani fiind o cantitate infimă la scara istoriei) despart aceste două momente, care marchează, succesiv, transformarea omenirii în civilizație planetară și în civilizație cosmică. Acum 400 de ani, omenirea își descoperea planeta, acum descoperă împrejurimile cosmice ale planetei.

În zilele noastre, toate domeniile vieții materiale și spirituale ale omenirii se află sub impactul evoluțiilor înregistrate în cucerirea spațiului cosmic. În știința și tehnologia actuală aceste evoluții au un cuvînt greu de spus, ele făcîndu-se tot mai des simțite în cultura spirituală și în arta contemporană.

Fără îndoială, cele două planuri pe care a evoluat abordarea cosmosului de către umanitate sînt ușor de evidențiat, atît în plan istoric-evolutiv, cît și în plan structural. În primul rînd trebuie să arătăm că simpla contemplare și memorare a fenomenelor celeste a constituit una din preocupările permanente ale omenirii, fiind poate una din primele activități cu continuitate ale spiritului uman. Obiecte paleolitice pe care sînt însemnate fazele lunii sau înălțimea Soarelui deasupra orizontului demonstrează cu prisosință acest lucru.

Observarea fenomenelor celeste a permis omului aflat la începuturile istoriei să elaboreze teorii cosmogonice, unele dintre ele (vedică și biblică, de exemplu) cuprinzînd sclipitoare intuiții ale realităților cosmice. Ca un rezultat direct al aces-

tor observații a apărut calendarul, forma esențializată a cunoștințelor pe care omenirea le-a acumulat asupra ciclurilor cosmice și terestre.

În felul acesta, astronomia a devenit una din cele mai importante membre ale panteonului științific terestru, căpătînd noi elanuri prin inventarea lunetei de către Galileo Galilei (sec. XVII) și a telescopului de către William Herschel (sec. XVIII). Cu toată această dezvoltare, lungile secole de evoluție ale astronomiei nu au schimbat nimic din poziția omului, de contemplator pasiv al Universului.

Schimbarea despre care vorbim are loc de-abia în secolul nostru, și sîntem martorii elementelor spectaculoase pe care ea le aduce în viața omenirii. Unul din cele mai pregnante elemente de spectaculozitate este rapiditatea acestei schimbări — și să ne gîndim numai la faptul că într-o lucrare apărută în anul 1885 nimeni nu ar fi putut scrie un articol realist despre călătorii spațiale sau tehnologii cosmice. Un alt element spectaculos este preocuparea continuă pentru perfecționarea mijloacelor de zbor — am putea chiar spune că la începutul erei spațiale mai important era mijlocul de transport în sine, decît activitățile pe care acesta putea să le faciliteze. Este suficient să amintim că, dacă cu mai bine de 20 de ani în urmă, nava pilotată de Iuri Gagarin avea doar 63 de comenzi, în prezent stația orbitală sovietică SALIUT — 7 are 40 de tablouri de comandă, care cumulează 22.000 de funcții diferite.

În aceste condiții, este de la sine înțeles că activitățile cosmice ale umanității au căpătat amploare și constanță, și practic multe dintre domeniile terestre de activitate beneficiază de realizările tehnologiilor cosmice. Pentru exemplificare, vom enumera cîteva din aceste domenii:

1) *Telecomunicațiile.* O bună parte din sateliții artificiali utilizați au ca funcție principală asigurarea de telecomunicații la mare distanță, inclusiv transmiterea unor programe de televiziune în regiuni îndepărtate de centrele de emisie. Am putea chiar afirma că dezvoltarea telecomunicațiilor a fost în mod decisiv influențată de posibilitatea amplasării pe orbite circumterestre a sateliților de telecomunicații. Astfel, în ultimul sfert de secol capacitatea de emisie radio s-a triplat, numărul țărilor cu programe regulate de televiziune a crescut de la 5 la 138, iar numărul posturilor telefonice a crescut de 8 ori — evoluții imposibil de realizat fără aportul decisiv al tehnologiilor spațiale.

2). *Tehnologie.* Pe bună dreptate, tot mai mulți sînt cei care numesc spațiul cosmic „zona industrială a Terrei" — prin analogie cu situația frecvent întîlnită în multe din orașele planetei, unde zonele de locuit și agrement sînt plasate cît mai departe de zonele industriale.

În perspectivă — nu prea apropiată, desigur —, făcînd uz de aceeași concepție, omenirea va avea posibilitatea de a transfera industriile poluante în spațiul cosmic, unde riscul unor accidente ecologice este simțitor redus, și unde, grație condițiilor speciale, procesele de producție vor putea fi mai ușor ținute sub control. Tot datorită acelorași condiții speciale — imponderabilitatea și vidul înalt —, există posibilitatea punerii la punct a unor procese tehnologice care să realizeze performanțe imposibil de atins pe Terra. După elaborarea și perfecționarea acestor tehnologii, industriile cosmice vor fi marcate de succese strălucitoare, cum ar fi obținerea de substanțe ultrapure, de aliaje deosebit de omogene, de preparate biologice și medicamentoase eficiente, sau realizarea prin simpla acțiune a legilor fizicii a unor bile de rulment de o sfericitate perfectă.

3). *Observație și prospectare.* Oricît ar părea de șocant la prima vedere, orbita circumterestră constituie locul ideal de observare a suprafeței terestre. Cu toată depărtarea de sute de kilometri, ochiul antrenat al cosmonauților a surprins multe detalii cu totul minore — de exemplu, fumul ieșind pe coșul unei case din Pamir sau din Amazonia.

Fără îndoială, prin utilizarea unor instrumente cu o putere de rezoluție mult mai mare decît a ochiului omenesc, rezultatele sînt mult superioare. Echipamentele de teledetecție amplasate pe sateliți aduc deja contribuții foarte importante în domenii cum ar fi: *geologia și pedologia* (evidențierea structurii solului și subsolului, inclusiv descoperirea de resurse minerale), *agricultura* (determinarea gradului de umiditate din sol și controlul stării de vegetație a culturilor), *economia pescuitului* (prin urmărirea deplasării și a evoluției numerice a bancurilor de pești).

Sateliții specializați sînt de cel mai mare ajutor pentru geografi și cartografi. Un astfel de satelit, echipat cu un radar cu deschidere sintetică, reușește, de la o distanță de 10.000 km de suprafața terestră, să evidențieze obiecte aflate la sol și care nu depășesc dimensiunea maximă de 30 m. Un astfel de satelit, lucrînd cu o rezoluție la sol de 100 m, poate realiza cartogra-

fierea unui continent în numai 4 ore, întrecînd volumul și precizia muncii de sute de ani a mii de cartografi.

La rîndul ei, navigația maritimă renunță tot mai mult la sextant și la cvadrant, și apelează la dirijarea prin satelit a navelor oceanice. S-a reușit chiar punerea la punct a unui sistem de salvare în caz de naufragiu, grație căruia, prin intermediul unui satelit special, nava cea mai apropiată de locul accidentului este dirijată acolo pentru a acorda asistență.

4). *Meteorologia.* Prin complexitatea sa și prin marele volum de activitate necesitat, observația meteorologică ocupă un loc aparte în enumerarea funcțiilor utilitare ale sateliților artificiali. A devenit un fapt curent prezentarea, la buletinele meteorologice televizate, de fotografii luate din satelit, pe care apar cu claritate distribuția cîmpurilor barice și a fronturilor atmosferice, făcînd astfel posibilă prevederea timpului pe intervale medii și lungi.

În felul acesta, diagnozele și prognozele meteorologice capătă mai multă substanță — și, implicit, mai multă credibilitate — fiind evidente beneficiile înregistrate de diverse domenii de activitate, în primul rînd agricultura și transporturile.

5). *Activități militare.* Nu putem încheia această succintă trecere în revistă a succeselor înregistrate de astronautică, fără a aminti modul în care realizările de pînă acum au fost deturnate de la destinația lor logică, fiind puse în slujba cursei înarmărilor, care cu ritmurile-i aberante riscă să sufoce și spațiul cosmic din vecinătatea Terrei.

Chiar metaforică, imaginea pe care o creăm nu are în ea nimic exagerat: se estimează că la ora actuală aproape 80% din corpurile cosmice aflate pe orbită în jurul planetei noastre au utilizare — mai mult sau mai puțin declarată — militară. Spre exemplificare, este suficient să arătăm că din cele 13 obiecte cosmice lansate de către S.U.A. în anul 1980, un număr de 8 (deci „numai" 61,5%) aveau o destinație strict militară.

Acești sateliți militari reprezintă tot ce există mai perfecționat în materie de spionaj spațial, la bordul lor aflîndu-se instalate camere de luat vederi ultraperfecționate (funcționînd nu numai în spectrul vizibil, ci și în infraroșu), aparate de teledetecție, radare cu deosebită putere de rezoluție la sol, unii putînd fi cu ușurință transformați în vectori ai morții nucleare.

Fără îndoială, ar mai fi multe de spus despre aplicațiile pașnice sau militare ale sateliților artificiali pe care umanitatea îi plasează în jurul Terrei. Dar trebuie să acordăm un spațiu cel puțin la fel de întins și acelor misiuni spațiale în care omul este implicat nu numai ca proiectant și constructor de obiecte spațiale, ci și ca pilot și executant.

Au fost suficienți 4 ani (1957—1961) pentru ca omenirea să cîștige experiența necesară trimiterii în spațiul cosmic de misiuni cu echipaj uman. După douăzeci de ani de neîncetate perfecționări, navele cosmice și stațiile orbitale asigură cosmonauților condiții optime de activitate și odihnă, numai astfel fiind posibil recordul pe care cosmonauții L. Kizim, V. Soloviov și O. Atikov l-au stabilit la bordul stației orbitale SALIUT — 7 și anume, 237 de zile de activitate cosmică neîntreruptă. Astfel de experiențe sînt deosebit de necesare, căci am arătat mai înainte că una din cele mai sigure căi de rezolvare a crizelor tehnologice și ecologice este transferarea în cosmos a unor activități productive umane. Pentru aceasta, este necesară crearea în cosmos a unor adevărate orășele spațiale, în care viitorii muncitori cosmici să ducă o viață cît mai apropiată de condițiile terestre.

Într-un orizont temporal destul de scurt, putem prevedea că activitățile cosmice umane se vor permanentiza. În felul acesta, pe lîngă inițierea unor procese de producție în mediul cosmic, pe lîngă organizarea unor programe complexe de observații și studii meteorologice și ale scoarței terestre, se vor înregistra o serie de alte avantaje, cum ar fi:

— *optimizarea zborurilor cosmice interplanetare.* În momentul actual, există prejudecata că orice navă cosmică trebuie să prezinte un profil fusiform, aerodinamic — și aceasta datorită faptului că nava respectivă trebuie să învingă rezistența opusă de atmosfera terestră în momentele imediat următoare decolării. Dar în spațiul cosmic, unde vidul tinde către valori absolute, forma aerodinamică nu este un avantaj, ci o piedică serioasă, datorită manevrării dificile a navei cosmice.

Tocmai de aceea, s-a propus sfera ca formă pentru nava spațială și există o serie de argumente care dau greutate acestei propuneri. În primul rînd, aparatele de bord se pot repartiza mult mai judicios în cuprinsul unui spațiu sferic. În al doilea rînd, pe bună dreptate se afirmă că forma sferică facilitează foarte mult mișcările navei spațiale, care poate evolua nestingherită înainte sau înapoi, precum și pe oblica cea mai abruptă față de traiectoria inițială.

În lumina celor prezentate mai sus, devine clar că expedițiile interplanetare cu echipaj uman pe care omenirea le va trimite în secolul XXI se vor deosebi fundamental de greoaiele acțiuni contemporane. Echipajele vor fi transportate, cu aju-

torul unei navete spațiale, pe o orbită circumterestră, unde vor lua în primire nava cosmică asamblată într-una din secțiile industriale aflate în cosmos. O astfel de navă, indiferent de forma sa, va fi mai ușoară, mai maniabilă, și va avea în consecință mai mult combustibil disponibil pentru expediția propriu-zisă.

— *creșterea calității observațiilor astronomice*. Una din cele mai sumbre realități contemporane este poluarea, fapt care antrenează aproape de la sine o foarte ridicată nebulozitate atmosferică. Adăugată nebulozității naturale, acest fenomen face ca puține observatoare astronomice să se mai bucure de condiții propice executării de observații permanente. În schimb, un observator plasat în spațiul cosmic s-ar bucura în permanență de condiții excepționale de vizibilitate, fapt de natură a crește considerabil eficiența observațiilor astronomice.

În altă ordine de idei, cunoscînd că stratul de ozon aflat în zonele înalte ale atmosferei reține — spre binele biosferei — o importantă cantitate de radiații din spectrul ultraviolet, studierea surselor care emit astfel de radiații se poate face cu adevărat eficient numai cu mijloace de observare amplasate în afara atmosferei terestre.

Și în acest caz, recurgerea la stații orbitale este necesară și lesne de explicat.

Trebuie să arătăm că tot mai numeroase sînt rîndurile acelui grup de specialiști care prevăd că prezența omului în spațiul cosmic nu va avea finalități numai științifice sau tehnologice, ci va constitui o serioasă alternativă în fața presiunii demografice crescînde. Problema este de foarte mare importanță: estimările O.N.U., extrapolînd actualele tendințe demografice, arată că în anul 2010 populația globului se va stabiliza în jurul cifrei de 10,5 miliarde oameni — ceea ce înseamnă de peste 2 ori actuala populație a Terrei. După alte estimări, stabilizarea va avea loc în anul 2120, la nivelul de 12,51 miliarde.

În aceste condiții, putem aprecia că un important factor de dinamizare a activității cosmice a umanității va fi presiunea demografică, și numeroase sînt abordările strict științifice care încearcă să pregătească operațiunea de colonizare a spațiului cosmic. Chiar dacă, după estimările O.N.U., omenirea va ajunge în viitor să înregistreze o creștere demografică nulă, colonizarea spațiului va fi o problemă de stringentă actualitate, ea prezentînd deja un interes deosebit pentru oamenii de știință contemporani.

Kraft A. Ehricke, director la Rockwell International — S.U.A. arată că pînă la sfîrșitul secolului este posibilă construirea unei colonii spațiale, locuită de cîteva sute de specialiști. Adrian Berry (NASA) adaugă că în anul 2000 efortul financiar ocazionat de construirea unei colonii spațiale nu va fi mai însemnat decît cel necesitat în anii '70 de fabricarea unei rachete „Saturn — 5".

Fizicianul sovietic N. S. Kardașev scoate în evidență faptul că unul din mobilurile construirii de colonii spațiale poate fi astîmpărarea foamei de energie a umanității aflate în plină dezvoltare expansivă. Efectuînd un calcul care ia în considerare o creștere anuală de 7% a consumului de energie, Kardașev ajunge la concluzia că în anul 2110 poluarea termică pe Terra va atinge un nivel egal cu căldura solară primită de mările și oceanele Terrei. În aceste condiții, continuarea producerii de energie poate provoca adevărate dezastre ecologice, a căror prevenire poate face necesară mutarea producerii de energie în afara Terrei. Astfel, una din sarcinile principale ale membrilor coloniilor spațiale va fi construirea și exploatarea instalațiilor de captare a energiei solare, care vor lucra cu un randament imposibil de realizat pe fundul oceanului atmosferic. Energia astfel captată va fi transmisă, sub formă de microunde, unor stații terestre de captare, care vor converti această energie în forme asimilabile de către industria Terrei.

Un cunoscut specialist american, G. Harry Stines, estimează că în următoarele 10 decenii toate industriile poluante vor fi mutate în afara Terrei. Recurgîndu-se la automatizare și cibernetizare, pe respectivele colonii spațiale procesele de producție se vor desfășura fără a necesita prezența oamenilor în număr prea mare. În felul acesta, afirmă Harry Stines, nu va exista un exod efectiv de oameni către spațiile interplanetare. Dar acestei afirmații i se opune un calcul care, în varianta sa cea mai apropiată ne arată că, în condițiile în care omenirea ar cunoaște în următorii 500 de ani o creștere demografică de 2% pe an, populația Terrei ar ajunge la astronomica cifră de 80.000 miliarde oameni.

UMANIZAREA COSMOSULUI

Din numai cîteva linii am schițat necesitatea exodului cosmic al omenirii. De aceea, considerăm că una din cele mai importante evoluții în domeniul cuceririi spațiului va fi, în

perioada următoare, crearea de stații orbitale de mari dimensiuni, adevărate colonii cosmice cu milioane de locuitori. Unități complexe, aceste colonii vor avea o subliniată vocație tehnologică, ele fiind posesoarele unor vaste spații destinate locuirii sau, mai mult, agriculturii.

Realizarea acestor colonii spațiale nu este un vis deșart. După cum foarte frumos a subliniat Robert Goddard: „Este greu să spui ce este imposibil, fiindcă visul de ieri este speranța de azi și realitatea de mîine". Coloniile spațiale pot fi una din aceste realități de mîine, căci construirea lor poate fi concepută în limitele actualelor realizări tehnologice ale civilizației noastre. Conform unei estimări făcute de specialiști americani, realizarea unei colonii spațiale care să adăpostească pînă la 10.000 de pămînteni nu ar necesita un efort financiar mai mare decît cel prilejuit de derularea programului spațial „Apollo".

Acest efort financiar este pe deplin justificat, întrucît el constituie premisa rezolvării cu succes a cîtorva dintre marile probleme ale tehnologiei noastre actuale. Una din aceste probleme este asigurarea bazei energetice, operațiune tot mai costisitoare pentru industria amplasată pe suprafața planetei. Să ne gîndim numai la faptul că resursele de combustibili fosili trebuiesc căutate tot mai adînc în măruntaiele planetei, sau în locuri care înainte erau inaccesibile. Chiar și utilizarea energiei solare, pe care Terra o primește gratuit, este limitată de o serie de factori obiectivi (existența atmosferei, ciclurile noapte-zi) sau aleatorii (nebulozitatea atmosferică). Factorii obiectivi amintiți mai înainte au o acțiune constantă, deloc neglijabilă: în timp ce energia solară primită de 1 m^2 de suprafață terestră în zona temperată este de 0,18 kW/an, aceeași suprafață, plasată în cosmos și în bătaia permanentă a razelor solare, primește 1,4 kW/an.

În altă ordine de idei, întregul sistem de producție, precum și transporturile civilizației noastre sînt sub dominația a ceea ce putem numi „tirania lui 1 g". Cunoaștem că la suprafața Terrei accelerația gravitațională atinge vloarea 1 g (adică, în medie, 9,8 m/s^2), forța gravitațională acționînd pe o direcție îndreptată spre centrul planetei. Omul a depus mereu eforturi pentru a se elibera de omniprezenta forță gravitațională, reușind acest lucru de abia recent, și cu o impresionantă cheltuială de energie. Efectiv, aproape o treime din energia cheltuită în activitatea de transporturi este destinată învingerii acestei forțe (încă o cincime fiind consumată pentru a

învinge rezistența opusă de aer). În aceste condiții, putem vorbi doar despre o eficiență relativă a sistemului de transport, determinată de succesul înregistrat în contracararea celor doi factori restrictivi menționați mai sus.

Dar nu numai transporturile se află sub tirania lui 1 g, ci și întregul nostru complex industrial. Nici o activitate care presupune manipularea unor obiecte masive nu se poate lipsi de macarale, palanuri, benzi transportoare sau mijloace speciale de transport. În condițiile lipsei de gravitație, deci sub influența eliberatoare a lui 0 g, toate acestea sînt pe deplin inutile. Acesta este un cert aspect pozitiv, care pledează pentru utilitatea transferării activităților industriale în spațiul cosmic, dar trebuie să subliniem că acest transfer nu are o simplă dimensiune tehnologică, el comportînd o schimbare și în planul concepерii activităților, începînd cu cea mai simplă operațiune.

Lansați pe orbită în anul 1970, cosmonauții Adrian Nikolaev și Vitali Sevastianov au luat cu ei în cosmos o mică trusă de scule, care conținea o serie de scule simple: o șurubelniță, un cuțit, un clește patent și o foarfecă, a căror greutate însumată nu depășea 740 de grame. Cu toate că aceste scule erau realizate în conformitate cu prescripțiile terestre, ele s-au dovedit a fi necorespunzătoare pentru activitățile spațiale. Înșurubarea unui șurub oarecare era o adevărată epopee, căci cea mai mică apăsare asupra șurubelniței era suficientă pentru a proiecta pe cosmonaut la cîțiva metri depărtare.

Acestă primă experiență defavorabilă a fost un prilej de prețioase învățăminte. În scurt timp, au fost realizate șurubelnițe cu ancorare, înzestrate cu mîner, cu ajutorul căruia înșurubarea se realizează fără nici un efort, prin simpla învîrtire a mînerului. Aceasta era una din principalele probleme de rezolvat: anihilarea reculului care însoțește orice acțiune directă. Un ciocan obișnuit, utilizat în condiții de 0 g, va avea un recul suficient de puternic pentru a pune la grea încercare încheietura celui care-l folosește. De aceea, ciocanul destinat utilizării în condiții de 0 g, va avea un mîner modelat după forma palmei, iar partea metalică va avea o cavitate parțial umplută cu alice. La aplicarea unei lovituri, reculul va fi anihilat de către deplasarea în aceeași direcție a alicelor, astfel încît ciocanul va rămîne efectiv „lipit" de obiectul lovit.

Acționînd în cosmos o foarfecă obișnuită, vom fi mirați să constatăm slabul randament al tăierii. Pentru a asigura o productivitate normală a tăierii, a fost concepută o foarfecă cu

mînere modelate, și aici, după forma palmei, înzestrată cu pîrghii care realizează transmiterea forței în două etape. Obișnuitele chei pătrate sau tubulare au dispărut cu desăvîrșire din trusa de scule a cosmonauților, ele fiind înlocuite cu un dispozitiv întrutotul asemănător unui pistol, care prinde puternic capul șurubului, facilitînd strîngerea.

O mare problemă o constituie operațiunile de tăiere sau găurire. Cu o mașină de găurit de tip terestru, am asista în cosmos la următorul spectacol: imediat după pătrunderea în materialul ce urmează a fi găurit burghiul se blochează, cosmonautul învîrtindu-se împreună cu mașina de găurit în jurul axului reprezentat de burghiu. Pentru a combate acest neplăcut fenomen, a fost creat un dispozitiv universal de acționare electrică, care funcționează fără recul și fără vibrații. Acestui dispozitiv i se pot atașa diferite piese, cu care se poate realiza găurirea și secționarea metalelor, tăierea sîrmelor sau a niturilor și polizarea diferitelor suprafețe. O funcție importantă a dispozitivului de acționare este absorbirea șpanului și a piliturii rezultate, particule metalice care, purtate de hazard prin interiorul stației orbitale, pot pătrunde în vreun circuit și provoca o catastrofă.

Cu un set de unelte de factura celor descrise mai sus, cosmonauții sovietici Oleg Makarov, Leonid Kizim și Ghennadi Strekalov au realizat în decembrie 1980 una din primele intervenții de amploare în spațiul cosmic, constînd în înlocuirea blocului de pompe al sistemului de menținere a temperaturii la bordul stației „Saliut — 6". Operațiunea a necesitat deșurubarea mai multor șuruburi, tăierea consolei de susținere, demontarea blocului de pompe defecte și punerea în funcțiune a noului bloc, urmată de repetarea operațiunilor în sens invers.

Primul echipaj al stației orbitale „Saliut — 7", Anatoli Berezovoi și Valentin Lebedev, a avut la dispoziție un set de scule cu greutatea de aproximativ 17 kg, cu ajutorul cărora puteau efectua cele mai complicate operațiuni. Cîteva dintre aceste scule erau înzestrate cu lațuri de cauciuc, fiind destinate intervențiilor în afara navei cosmice. Părăsind nava, cei doi cosmonauți au realizat experimentul „ISTOK" (de la inițialele cuvintelor rusești „Investigarea operațiilor tehnologice în cosmos"), care a constat în deșurubarea și înșurubarea unor buloane cu ajutorul unei chei cu ancorare. Acest echipament a adus în actualitate o idee mai veche, și anume cea a securității pe care aceste scule trebuie s-o asigure cosmo-

nauților care activează în spațiul extraatmosferic. O margine tăioasă, un tăiș ascuțit — sînt suficiente pentru a deteriora costumul spațial, ducînd la depresurizarea acestuia și moartea fulgerătoare a cosmonautului. Pentru aceasta, sculele destinate activităților desfășurate în mediul extraatmosferic trebuie să asigure un grad sporit de protecție, toate suprafețele și muchiile periculoase fiind izolate cu deosebită grijă.

Aceasta, în ceea ce privește uneltele și sculele. Gîndindu-ne însă la utilaje complexe sau la linii întregi de fabricație, ne dăm seama că aproape întreaga noastră tehnologie trebuie refăcută dacă avem intenția de a plasa procese de producție în spațiul cosmic. Aceasta, desigur, dacă excludem alternativa creării gravitației artificiale, prin imprimarea unei mișcări de rotație în jurul axei a complexului spațial.

Pentru viitoarele colonii spațiale, problema gravitației artificiale este de maximă importanță pentru reușita asigurării unor condiții corespunzătoare de viață și de muncă. Pentru a se rezolva o gravitație artificială apropiată ca valoare de cea terestră, colonia spațială trebuie să execute în jurul propriei axe două rotații pe minut, sarcină pe deplin realizabilă cu actualele noastre mijloace tehnice. Ceea ce ridică într-adevăr probleme foarte delicate este capacitatea de adaptare a organismului uman la gravitația artificială, mai precis spus, la mișcarea de rotație pe care aceasta o implică.

Studiile de fiziologie efectuate în cadrul antrenamentelor astronauților sovietici și americani au arătat că organismul uman suportă foarte bine pînă la o rotație pe minut. Pe măsură, însă, ce rotația se accelerează, apar tot mai mari dificultăți de adaptare, multe persoane acuzînd simptome de greață, vomă și depresiune nervoasă. După cum s-a putut constata, este nevoie de antrenamente susținute pentru a putea presta o activitate normală în condițiile specifice spațiului cosmic — ceea ce, în perspectivă apropiată, poate constitui un impediment în calea colonizării masive a spațiului cosmic.

Unde vor fi oare plasate coloniile cosmice? Punctele cele mai convenabile, în care se poate asigura stabilitatea coloniei spațiale cu un minimum de energie, sînt așa-numitele puncte de librație, în care forțele de atracție ale Terrei și ale Lunii se compensează reciproc. Desigur, aceste „puncte" au o extindere de milioane de kilometri pătrați, coloniile putînd fi înscrise pe orbite stabilizate în aceste spații. Chiar dacă, într-o perspectivă îndepărtată, aceste puncte de librație ar fi atît de aglomerate încît nu ar mai fi posibilă amplasarea de noi co-

lonii, spațiul este atît de bogat în energie, încît singura problemă este captarea și distribuirea ei. Un simplu reflector, cu suprafața de 100 m², și care în condiții terestre cîntărește 6 tone (în spațiu, greutatea sa va fi insignifiantă), va colecta nu mai puțin de 11.000 kWh, în regim continuu, de 24 de ore pe zi. O colonie spațială poate obține întreaga energie necesară fără nici un efort, singurele operațiuni costisitoare fiind legate de captarea, distribuirea și — eventual — stocarea ei, precum și întreținerea sistemelor tehnologice care susțin funcțiile de mai sus.

Se pare că nici măcar energia nucleară, visul suprem al tuturor energeticienilor terești, nu va putea concura Soarele în asigurarea cu energie a coloniilor spațiale. Tehnologiile nucleare sînt mult mai greoaie decît cele solare — este suficient să ne gîndim la sofisticatele instalații de obținere a apei grele, la uriașele reactoare nucleare, la costisitoarele sisteme de protecție. Poate la fel de mult ar costa și sistemele de transmitere a energiei de la centralele nucleare la zonele de locuit și industriale, realitate de netăgăduit dacă avem în vedere necesitatea plasării centralelor cît mai departe de spațiile locuite.

Activitățile spațiale umane nici nu vor consuma aceeași cantitate de energie ca și activitățile terestre similare. Astfel, putem da un singur exemplu: transporturile între coloniile spațiale se vor realiza foarte ușor, plasînd totul într-un container cilindric lipit de mijloace proprii de propulsie, căruia i se imprimă cu ajutorul unui motor electric, o viteză de 50 km/h. Ghidat cu ajutorul unui cablu, containerul va atinge în bune condițiuni punctul final stabilit, realizînd astfel adevărate performanțe de transport economicos.

Din toate acestea rezultă că realizarea de colonii spațiale nu mai este un vis îndrăzneț, ci un proiect al zilei de azi pentru o realizare de marcă a zilei de mîine. Unul dintre cei mai proeminenți realizatori ai acestui proiect este profesorul Gerard K. O'Neill (Universitatea Princeton — S.U.A.), conducător al unui grup special de studii în problema realizării de colonii spațiale. În concepția prof. O'Neill, într-un viitor apropiat omenirea va putea realiza în spațiu patru tipuri diferite de colonii, cu următoarele caracteristici:

1). Diametru 0,5 km, lungimea 1 km. Este tipul „de probă", menit a valida justețea și acuratețea soluțiilor constructive alese. Realizabilă într-un interval de 6 ani, această colonie ar putea adăposti pînă la 10.000 de locuitori. Datorită dimensiunilor sale relativ reduse (în comparație cu celelalte tipuri

proiectate), colonia spațială de tipul 1 deține 36 de tone de structuri construite pe cap de colonist, raport cu certe posibilități de ameliorare în cazul realizării de colonii de dimensiuni mai mari.

2). Diametru 0,320 km, lungime 3,2 km. Realizabilă într-un interval de 8 ani, această colonie spațială ar putea adăposti între 140 și 200.000 de locuitori, ceea ce deja reprezintă un număr impresionant. Pentru prima dată, într-o astfel de colonie spațială ar putea fi permanentizate activități productive dintre cele mai diverse.

3). Diametru 1 km, lungime 10 km. Acest tip de colonie, capabilă să adăpostească pînă la 2.000.000 de coloniști, este deja un obiect astronomic impresionant, a cărui prezență va putea fi urmărită nu numai din spațiul cosmic, dar și de pe suprafața planetei genitoare. În nopțile senine, ea se va alinia miilor de stele, consfințind dreptul omenirii de a interveni activ în evoluția și configurația proceselor cosmice.

4). Diametru 3,2 km, lungime 32 km. Cu o suprafață interioară disponibilă de 480 km², și un volum de 278 km³, acest tip de colonie spațială va putea adăposti pînă la 20.000.000 de pămînteni. Posibilitatea realizării de astfel de colonii deschide perspective interesante, căci un număr de 50 de astfel de stații ar putea găzdui pînă la 1 miliard de pămînteni, ceea ce reprezintă aproape 15% din populația terestră preliminată pentru sfîrșitul secolului XXI.

Să revenim acum la colonia spațială de tipul 1. Realizarea ei nu este un proces care să conțină elemente inspirate din literatura științifico-fantastică a timpului nostru, ea fiind realizabilă cu mijloacele tehnice și cu tehnologiile prezentului. Ea nu va fi productivă sau, altfel spus, rentabilă, căci sumele colosale investite în realizarea ei au perspective incerte de recuperare, chiar și parțială. Cîștigul va fi pus în planul experienței concrete de construcție și de montaj în condiții de vid și de imponderabilitate, permițînd verificarea „la fața locului" a soluțiilor tehnice preconizate pentru realizarea coloniilor de mari dimensiuni.

Colonia spațială de tipul 1, după cum apare în schițele prof. O'Neill, va avea un compartiment central de formă aproximativ sferică, care va adăposti spațiile de locuit pentru întreaga populație. Prin rotația coloniei în jurul axei, în acest sector va exista o gravitate artificială foarte apropiată de cea terestră, fapt care va permite locuitorilor să desfășoare o activitate normală. Iluminarea interiorului coloniei nu va fi

realizată prin utilizarea energiei captate din cosmos, oricît de ieftină ar fi aceasta, ci prin uriașe geamuri care vor încinge ca niște inele compartimentul locuit. În apropierea acestor geamuri vor fi plasate uriașe oglinzi, care vor reflecta razele solare în interiorul coloniei, asigurînd o iluminare în mare parte asemănătoare celei existente pe suprafața Terrei. Noaptea va fi și ea artificială, realizată fiind prin obturarea oglinzilor cu uriașe panouri opace, dar care, în ciuda dimensiunilor impresionante vor fi foarte ușor de manevrat.

Întrucît geamurile care vor încinge colonia sînt ușor penetrante de către radiațiile cosmice nocive, oglinzile au fost în așa fel concepute încît să nu permită intrarea acestor radiații. Principiul este foarte simplu, el bazîndu-se pe discriminarea radiațiilor solare, spre interiorul coloniei fiind orientate numai radiațiile din spectrul vizibil.

Ieșirea dn compartimentul destinat locuirii se poate face prin sectorul său central, care coincide cu axa după care are loc rotirea coloniei. Datorită acestui fapt, în acest sector gravitația este foarte scăzută, ceea ce facilitează deplasarea. Tot pentru a utiliza această facilitate, de-a lungul acestei axe au fost plasate „docurile" (locurile unde se opresc navele de transport și de aprovizionare) și sectoarele de producție și montaj. Tot aici vor fi amplasate și cele mai frecventate locuri de agrement, create pentru folosirea ingenioasă a efectelor lipsei de gravitație, și tot aici se vor practica noile sporturi ale epocii spațiale.

Una din cele mai importante probleme este asigurarea hranei necesare celor 10.000 de coloniști ai spațiului. Desigur, ar fi lesne de imaginat o navetă spațială care să transporte pe colonie întregul sortiment de alimente necesare. Dar, după cum am arătat, colonia spațială de tipul 1 este un veritabil laborator, în care se testează soluțiile de realizare a următoarelor tipuri. Pentru aceasta, colonia trebuie să devină independentă de sursele terestre de aprovizionare, și să-și dezvolte propriile activități agricole. Acestea ar putea fi amplasate de-o parte și de alta a sectorului locuibil, într-un sistem de tori cu diametrul mai mic decît cel al sferei, și care prin asamblare vor da naștere unor cilindri (mai exact spus, unor sectoare cilindrice). Grosimea acestor sectoare va fi de aproximativ 20 m, fapt ce va permite oricărei mașini agricole să se miște cu ușurință pe ogoarele cosmice.

Pentru a asigura subzistența celor 10.000 de coloniști la nivelul de productivitate agricolă care astăzi este deja atins pe

Terra, ar fi nevoie de aproximativ 600.000 m², ceea ce reprezintă 60 ha. Această suprafață agricolă poate fi cu mare ușurință plasată în torii amintiți, întrucît plantele nu suferă de claustrofobie, necesitățile lor fiind lumina solară, solul, aerul, apa și nutrienții. În condițiile unei gravitații scăzute și a unei insolații crescute, plantele vor putea crește mai repede și vor da producții mai mari, care pot depăși cele mai optimiste previziuni făcute pe Terra. Mai mult chiar, avînd în vedere faptul că plantele sînt mai puțin sensibile la radiații, zonele agricole nu trebuiesc protejate împotriva radiațiilor cosmice. Singura măsură de prevedere ar putea fi, totuși, protejarea zonelor în care se produc semințele necesare recoltelor viitoare.

O mențiune aparte merită mașinile și utilajele agricole care se vor folosi în agricultura spațială. În primul rînd, pentru a păstra puritatea aerului obținut cu mari eforturi, toate mașinile agricole vor fi înzestrate în exclusivitate cu motoare electrice de mare putere. În al doilea rînd, avînd în vedere faptul că zonele agricole nu sînt protejate împotriva radiațiilor cosmice nocive, mașinile agricole vor trebui să fie înzestrate cu un scut de protecție corespunzător.

Să ne întoarcem acum la zona destinată locuirii, pentru a vedea ce condiții oferă în acest sens colonia spațială. Compartimentul sferic, cu diametrul de aproximativ 460 m, efectuează în jurul propriei axe o rotație cu perioada de 31 secunde (cu alte cuvinte, efectuează 1,97 rotații pe minut). În aceste condiții, în zona ecuatorială a sferei va fi înregistrată o gravitație artificială întru totul asemănătoare celei terestre, permițînd desfășurarea unei activități absolut normale. Să ne închipuim acum că, prin analogie cu Terra, pe suprafața coloniei sînt trasate linii de latitudine. În această situație, la „latitudinea" de 45 de grade (după cum este și normal, nu va exista Nord și Sud) gravitația artificială va avea numai 70% din valoarea sa ecuatorială, situație care nu este întîlnită pe Terra.

Rezultă de aici că vor exista condiții normale de viață (din punct de vedere al gravitației, desigur) numai în zona ecuatorială a compartimentului central al coloniei spațiale. Dar aceasta nu înseamnă nicidecum că pionierii spațiului vor locui înghesuiți, în cabine metalice cu hublouri minuscule — imagine întîlnită încă pe alocuri în literatura S.F. Dimpotrivă, considerînd că fiecare familie care intră în componența coloniei spațiale este alcătuită din 5 persoane (colonia urmînd,

deci, a fi locuită de 2.000 de familii), fiecărei familii îi va reveni o suprafață locuibilă de 230 m², fiecare locuință de acest gen fiind înconjurată de 60 m² de gazon de cea mai bună calitate.

Aranjînd apartamentele cît mai grupat, dar fără a afecta suprafața destinată clădirilor sau spațiilor verzi, se poate ajunge la remarcabila performanță de a aloca locuirii numai 23% din teritoriul sferei cuprins între cele două latitudini de 45 de grade. Restul poate fi alocat realizării de obiective cu utilitate generală: magazine, parcuri, săli de sport, locuri de joacă și agrement, precum și altele, a căror înfățișare nu putem încă să ne-o închipuim. Se poate însă de pe acum spune că totul va avea o înfățișare foarte terestră: parcurile, de exemplu, vor găzdui arbori, peluze, eleștee cu pești, fîntîni arteziene, pîraie, și vor fi însuflețite de foiala zgomotoasă și trilurile miilor de păsărele.

În fața unei asemenea abundențe de mijloace, este și normal să ne întrebăm care este Eldorado-ul din care ele sînt procurate. Desigur, prima colonie spațială va fi realizată cu materiale duse, în exclusivitate de pe Terra. Următoarele, însă, vor fi realizate cu o participare masivă a primilor coloniști, care își vor asuma rolul de fabricanți de subansamble și de montori ai noilor colonii. În coloniile spațiale va înflori o adevărată industrie cosmică, independentă din punct de vedere energetic (sau, altfel spus, dependentă numai de Soare, ale cărui resurse sînt practic nelimitate) și care va utiliza cu predilecție materiale provenite din mineritul cosmic.

Această noțiune, recent intrată în limbajul visătorilor, înseamnă în esență punerea în valoare a bogățiilor minerale ale altor corpuri cerești. Desigur, mineritul cosmic este o activitate cu determinare mult mai complexă decît pare la prima vedere. În primul rînd, el ar putea fi o alternativă promițătoare în condițiile secătuirii treptate a bogățiilor minerale terestre. Conform unor evaluări efectuate de specialiști ai O.N.U., rezervele minerale sigure disponibile pe Terra ar ajunge timp de 150 de ani pentru minereul de fier, de 100 de ani pentru nichel, de 70 de ani pentru aluminiu și de 55 de ani pentru cupru. În lipsa mineritului cosmic, apropiata epuizare a acestor resurse ar putea compromite o serie întreagă de activități terestre de mare importanță, în primul rînd cele din domeniul valorificării spațiului cosmic.

În altă ordine de idei, mineritul cosmic poate să ofere materii prime la prețuri competitive, mai mici decît ale materiei prime de proveninență terestră. Primul obiectiv spre care se îndreaptă atenția promotorilor mineritului cosmic este Luna, o uriașă sursă de minerale utile, care pot fi valorificate cu relativă ușurință. Această ușurință este determinată atît de apropierea satelitului natural de Terra, cît și de condițiile specifice în care activitatea de minerit ar urma să se desfășoare (gravitația redusă de 1/6 din cea terestră, lipsa coroziunii etc.). Un fapt este evident: exploatarea bogățiilor minerale lunare merită toate eforturile. O simplă trecere în revistă a abundenței relative și a utilității mineralelor lunare pledează elocvent în această direcție.

Astfel, diversele metale sînt prezente în proporții diferite, după cum urmează: fierul (15,35%), aluminiul (5,46%), magneziul (6,81%), manganul, titanul și cromul (în total 1,89%), precum și cantități deloc neglijabile de cupru, zinc și plumb. Sînt prezente, de asemenea, elemente chimice indispensabile pentru viitoarea agricultură cosmică, cum ar fi: potasiul (0,08%), fosforul (0,05%) și azotul (0,008%). În sfîrșit, să amintim lunga serie de elemente cu diverse utilizări în industria chimică: oxigenul (41,3%), siliciul (24,158%), calciul (6,96%), sodiul (0,08%) și sulful (0,06%). Mai sînt prezente în proporții mici, carbonul (0,0095%), hidrogenul (0,007%) și clorul (0,00076%).

Într-un cuvînt, tot ce este necesar pentru buna desfășurare a proceselor de producție pe care pămîntenii au intenția să le plaseze în spațiul cosmic circumterestru. Din aceste resurse minerale, beneficiind de sisteme de producție adecvate, vor putea fi fabricate multe produse complexe, începînd cu mijloace de telecomunicații și componente electronice, și terminînd cu motoare de avioane și rachete. Atragerea în circuitul productiv a resurselor minerale extraterestre s-ar putea desfășura în etapele următoare:

1). Instalarea de stații cosmice și de sisteme productive pe orbite terestre joase. O astfel de orbită, situată între 300 și 700 km depărtare de suprafața Terrei, este suficient de înaltă pentru a elimina complet contactul cu atmosfera, dar, este, pe de altă parte, situată în interiorul centurii Van Allen, fiind astfel la adăpost de efectele nocive ale radiațiilor cosmice penetrante.

Avantajul oferit de o stație aflată pe o orbită joasă (lipsa gravitației și relativa accesibilitate) vor deschide noi perspective în metalurgie și chimie, și vor impulsiona cercetările astronomice, care se vor desfășura aproape în exclusivitate de pe

orbite circumterestre. Cu toate acestea, consumul exorbitant de combustibil necesar aducerii pe o astfel de orbită a unei încărcături utile de cîteva zeci de tone, va constitui un impediment serios în calea dezvoltării activităților productive spațiale. În această situație, singura soluție o constituie recurgerea la surse extraterestre de materii prime, în primul rînd cele lunare.

2). Constituirea de baze permanente pe Lună și deschiderea de explorări miniere pe satelitul natural al Terrei. Dacă prima fază, cea a instalării de stații orbitale pe orbite joase, a fost deja demarată de către omenire, cea de-a doua fază este încă de domeniul viitorului. Costisitorul program spațial american „Apollo" a trimis pe Lună mai multe echipaje de cosmonauți, prezența umană pe acest corp ceresc însumînd cîteva sute de ore. Dar de aici și pînă la permanentizarea prezenței umane pe Lună și mai ales, pînă la începutul mineritului lunar, mai sînt încă de parcurs un număr însemnat de etape intermediare.

Intr-o perspectivă optimistă, aceste etape ar putea fi parcurse pînă în anul 1995, cu condiția începerii procesului cît mai curînd posibil. De-abia după această dată, „fabricile spațiale" aflate pe orbite terestre joase vor putea fi alimentate din abundență cu materii prime ieftine, abundență care va permite construirea de stații orbitale mai mari și se vor crea condiții de trecere la etapa următoare.

3). Realizarea de stații orbitale de mari dimensiuni, amplasate pe orbite geostaționare. Această etapă este previzibilă, datorită tendinței firești de a apropia cît mai mult activitățile productive de sursele de aprovizionare cu materii prime. O astfel de orbită geostaționară se află la o distanță de aproximativ 35.000 de km de suprafața Terrei. Ceea ce este deosebit față de orbita joasă, este faptul că orbita geostaționară este plasată în afara centurilor Van Allen, fapt care le expune din plin tuturor radiațiilor nocive care însoțesc activitatea solară, și, în primul rînd, erupțiile solare. Aceasta face necesară protejarea vieții cosmonauților cu ajutorul unor blindaje antiradiație.

În realizarea acestor blindaje, de un mare folos vor fi materialele de proveniență lunară. Pentru a nu risipi metalele rezultate din mineritul lunar, blindajele ar putea fi alcătuite din două straturi concentrice de aluminiu, între care să fie plasat un strat gros de sol lunar, care este cel mai bun mijloc de protecție împotriva radiațiilor nocive. La adăpostul acestor blindaje se vor dezvolta activități complexe de producție, care vor realiza o bună parte din toate cele necesare realizării spațiale cu locuitori permanenți.

4). Coloniile spațiale vor încununa eforturile omului de cucerire a spațiului cosmic circumterestru. După cum foarte plastic se exprima specialistul american Robert Heinlein: „Odată ieșiți pe orbită în jurul Terrei, ne aflăm la jumătatea drumului spre oriunde". Dar, trebuie spus de pe acum, coloniile spațiale vor ridica problemele de rezolvat pe noi trepte de dificultate. Referindu-ne numai la problema blindajului, trebuie să subliniem că, la o structură metalică de 180.000 tone, blindajul realizat din sol lunar va reprezenta aproximativ 3 milioane de tone! O cantitate imensă, a cărei amplasare va constitui unul din principalele impedimente în realizarea coloniei spațiale.

Cu toate acestea, trebuie să fim optimiști în ceea ce privește șansele noastre de a vedea, în zorii noului secol, primii pămînteni cu domiciliul stabil în cosmos. Optimismul este o lecție a trecutului, căci este suficient să ne gîndim cît de repede au devenit realitate visele făurite de mințile vizionare ale secolului trecut. Și totuși, nu trebuie să devenim prăzi ușoare ale optimismului, căci este simplu de constatat faptul că omenirea se află într-o sensibilă pierdere de viteză în domeniul activităților spațiale.

Pentru a argumenta această afirmație, să aruncăm o privire asupra unui program de perspectivă întocmit de specialiștii NASA în anul 1971, care prevedea principalele jaloane ale activităților spațiale americane pentru următorii 15 ani. Pe scurt, acestea ar fi următoarele:

1975 — Primul zbor al sistemului „Space Shuttle" — naveta spațială, și începerea construirii de stații orbitale permanente;
— Stație circumlunară cu echipaj uman;
1977 — Debarcarea unui martomobil (laborator automat cu mijloace autonome de propulsie) pe suprafața planetei Marte, pentru culegerea de date asupra unei zone întinse din suprafața planetei roșii;
— Bază științifică automată pe asteroidul Eros;
1981 — Expediție de cel puțin 30 de zile pe Lună, în paralel cu instalarea pe orbite circumlunare a unui număr de 4 stații cu echipaj uman permanent;
— Realizarea unui complex orbital cu un echipaj de minimum 100 de oameni;

1982 — Misiune cu echipaj uman în direcția planetei Venus;
1984 — Expediție cu durata de 30 de zile pe suprafața planetei Marte.

După cum rezultă din cele de mai sus, omenirea ar fi trebuit să cucerească demult, la modul cel mai propriu, cele mai apropiate corpuri cosmice: Luna, Marte și Venus. Din păcate, din toate evenimentele notabile prevăzute a avea loc, s-a petrecut doar intrarea în funcțiune a navetei spațiale, și aceasta cu o întîrziere de 6 ani. Despre restul nici măcar nu se mai vorbește, fapt care ne îndreptățește să presupunem că posibila lor transpunere în practică va întîrzia și mai mult.

Care să fie oare cauza acestei întîrzieri? Să fie oare de natură tehnică, realizarea acestor acțiuni ridicînd probleme încă insurmontabile? Fără îndoială că nu. Cauzele sînt mai mult de ordin economic și politic, decît tehnologic. Să nu uităm că, la puțin timp după elaborarea previziunii de mai sus, a izbucnit criza economică, care diminuează serios fondurile disponibile pentru misiuni spațiale. În timp ce finalizarea programului Apollo a costat un miliard de dolari, costul misiunii „Omul pe Marte — 1984" era evaluat la 15 miliarde de dolari, ceea ce, cu rata actuală a inflației, înseamnă astăzi peste 50 de miliarde de dolari. O sumă la a cărei cheltuire cu greu se poate angaja un stat, oricît de bogat ar fi el.

În altă ordine de idei, progresele în cucerirea spațiului sînt împiedicate și de militarizarea, tot mai susținută, a activităților spațiale umane. În momentul actual, s-a ajuns în situația paradoxală ca programele spațiale cu finalitate militară să se bucure de fonduri mai însemnate decît programele spațiale pașnice. Această afirmație este susținută de date reale: în anul 1981, de exemplu, centrul pentru cercetări spațiale al armatei americane a primit subvenții în sumă de 7,2 miliarde dolari, în timp ce bugetul NASA se ridica la numai 6,3 miliarde dolari. Și o bună parte din bugetul NASA avea tot o destinație militară secundară, fiind destinată realizării navetei spațiale, în care o seamă de strategi belicoși văd o importantă armă a viitorului, capabilă de operațiuni militare pe orbitele circumterestre.

Dacă apelăm la alte date, și mai sugestive, vom ajunge la concluzia că efortul depus de omenire pentru cucerirea spațiului cosmic este ridicol de mic în comparație cu risipa făcută pentru acumularea de instrumente ale distrugerii și ale morții. Conform unor calcule întocmite de specialiștii Societății L—5

(Consiliul cetățenesc pentru probleme de politică spațială, cu sediul în Tucson, Arizona — S.U.A.), inițierea de cercetări susținute în domenii de maximă importanță, cum ar fi construirea de baze spațiale pe orbite terestre joase, proiectarea unui sistem de transport inter-orbital sau elaborarea de tehnologii de utilizare a energiei solare, ar costa în faza inițială numai 50 milioane dolari. Poate s-ar cuveni ghilimele pentru cuvîntul numai — dar aspectul diminutiv este foarte necesar, dacă ne gîndim că S.U.A. cheltuiau aceeași sumă în 1982, pentru înarmare, în nu mai mult de 2 ore și 45 de minute!

Totuși, nu trebuie să disperăm. Această pierdere de viteză nu înseamnă cîtuși de puțin scăderea interesului omenirii față de spațiul cosmic și față de posibilitățile de dezvoltare pe care acesta le oferă. Chiar dacă, în febra unui moment tulbure, activitățile militare au ajuns să dețină un primat absolut, fantezia creatoare a omului continuă să-și spună în continuare cuvîntul, elaborînd previziuni tot mai îndrăznețe asupra viitorului cosmic al omenirii.

Preocuparea de a efectua proiecții în viitor a caracterizat spiritul uman din momentul în care sfera intereselor sale a depășit momentul imediat. Aceste proiecții au constituit îndrumare prețioase, de multe ori ele accelerînd mersul ascendent al omenirii, remarcîndu-se rapiditatea cu care ele erau realizate în complexa practică productivă și socială a omenirii. Ceea ce minți vizionare cum au fost Edgar Allan Poe, Jules Verne și Herbert George Wells au plasat într-un viitor (încă) îndepărtat, este demult de domeniul trecutului.

Previziunile momentului actual se referă cu justificată insistență la momentul în care omenirea, presată de nevoi și antrenată de vigoarea propriului elan, nu se va mai mulțumi să contemple și să se supună fenomenelor cosmice, ci va lua parte activă la dinamica acestora, influențîndu-le în funcție de dorințele sale. După ce va popula Luna și va construi colonii spațiale care vor adăposti milioane de oameni, omenirea își va îndrepta atenția spre obiective mai îndepărtate. Unul din aceste obiective este centura de asteroizi situată dincolo de orbita planetei Marte, una din zonele cu mari promisiuni pentru mineritul cosmic constituind-o asteroizii cu dimensiuni de mai mulți kilometri. Aceștia ar putea fi „smulși" de pe orbită și aduși în vecinătatea Terrei, unde ar constitui o importantă sursă de materii prime pentru industriile spațiale.

Una din importantele activități ale secolelor viitoare ar fi ceea ce, cu un termen ambițios, a fost numită „inginerie pla-

netară" (terraforming). Ingineria planetară are ca scop modificarea condițiilor naturale existente pe o planetă, cu intenția de-a o face locuibilă pentru om. Un obiectiv de primă mărime al ingineriei planetare l-ar putea constitui planeta Venus, care, în virtutea condițiilor infernale care domnesc la suprafața sa, este improprie existenței oricărei forme de viață cunoscute de noi. În urmă cu aproape 20 de ani, Carl Sagan propunea „însămînțarea" atmosferei venusiene superioare cu alge, capabile să metabolizeze bioxidul de carbon, transformîndu-l în carbon și oxigen. Acest proces, cu o durată mai mică decît ne putem închipui, ar avea două urmări importante: creșterea conținutului de oxigen al atmosferei venusiene, și diminuarea considerabilă a pronunțatului efect de seră. Nebulozitatea s-ar reduce, diminuînd și mai mult efectul de seră, astfel încît, sub ploile care vor începe, zonele temperate ale planetei ar deveni locuibile pentru om.

Mai recent, savantul francez Claude Marchal propunea transferarea unui număr de asteroizi și meteoriți de pe orbita circumsolară aflată între Marte și Jupiter, pe o orbită circulară în jurul planetei Venus. Inelul format ar obtura radiațiile solare, ducînd în felul acesta la scăderea temperaturii într-un ritm de 1—3°C pe săptămînă, ceea ce ar duce, în final, ca într-un interval de minimum 50 de ani planeta Venus să devină locuibilă pentru om.

Un obiectiv de primă mărime a ingineriei planetare este și planeta Marte. Spre deosebire de fierbintea lume venusiană, în cazul acesta problema care se pune este ridicarea temperaturii de suprafață pînă la limitele suportabile de către viața terestră. Soluții se întrevăd destule, și una din ele, cea mai extraordinară poate, este schimbarea orbitei planetei, în sensul apropierii ei de Soare. Un alt proiect are în vedere instalarea pe orbită în jurul planetei a unor uriașe oglinzi care, orientînd razele Soarelui spre calotele polare, ar determina topirea acestora. Dacă această operațiune este combinată cu generarea, pe căi chimice, a gazelor care intră în componența atmosferei terestre, s-ar putea înregistra un efect de seră sensibil, capabil să ridice temperatura superficială a planetei pînă la valorile dorite.

Dar ingineria planetară nu se va mulțumi numai cu modificarea condițiilor de mediu existente pe unele corpuri planetare, ci va întreprinde lucrări grandioase, cum ar fi crearea de corpuri planetare. Este cunoscut că sfera, singura formă pe care o pot lua corpurile cosmice, cu mișcare proprie, are

un raport suprafață/volum de 6/R, în timp ce un obiect lenticular are același raport de 2/D, deci net superior. În aceste condiții, odată ajunsă în posesia mijloacelor tehnice necesare, omenirea va putea restructura masele planetare din sistemul solar, în vederea majorării suprafeței relative, și a creșterii cantității de energie solară captată.

Un început l-ar putea constitui materialul lunar care, pe măsura utilizării sale pentru extracția de minerale utile, va putea fi transportat mai aproape de Terra, constituind un inel pe care să poată ființa baze permanente și centrale solare. Mai îndrăzneață chiar este ideea creării unei planete-soră cu Terra, rotindu-se sincron cu aceasta pe aceeași orbită circumsolară.

Dar ideile îndrăznețe nu se opresc aici. În anul 1960, fizicianul Freeman Dyson (S.U.A.) a emis ipoteza că există în Univers civilizații care au reușit să restructureze materia întregului sistem solar din care fac parte, construind o uriașă sferă în jurul stelei centrale, în scopul captării întregii cantități de energie emisă de aceasta. Ca argumente în sprijinul afirmației sale, Dyson aduce existența în Univers a unor corpuri stelare, relativ puține la număr, care au o puternică emisie de energie în infraroșu, detectabilă de pe Terra cu actualele noastre mijloace de investigație. Este bine cunoscut că energia nu se poate distruge, ci se poate numai transforma în alte forme, deci putem presupune că întreaga energie emisă de stea este captată, în afara sferei propagîndu-se numai reziduurile energetice din spectrul infraroșu.

Pornind de la aceste supoziții, Dyson afirmă că într-un viitor nu prea îndepărtat omenirea va avea posibilitatea de a construi, utilizînd materialul planetar al lui Jupiter, o astfel de sferă la distanța de 2 unități astronomice de Soare, devenind astfel ceea ce mediile avizate numesc deja „civilizația Dyson". Teoretic, tot ce visează F. Dyson este realizabil, căci tot el este cel care calculează că pentru restructurarea materialului planetar al lui Jupiter ar fi necesar un consum energetic de 10^{44} ergi (echivalent cu energia emisă de Soare în 800 de ani). Dar, avînd în vedere faptul că rezerva de energie termonucleară aflată în materia lui Jupiter se ridică la $1{,}3 \times 10^{45}$ ergi, rezultă că întregul proces poate fi realizat fără a apela la alte surse de energie.

Freeman Dyson nu este singurul care visează la configurația de mîine a sistemului solar. Într-un proiect elaborat de către fizicianul american Larry Niven, conceptul de planetă este deja demodat, Terra fiind înlocuită cu un inel situat la

150 milioane km de Soare. Urmînd a avea grosimea de aproximativ un kilometru, acest inel s-ar roti cu viteza de 1.200 km/s, ceea ce ar asigura o gravitație artificială la nivelul celei terestre. În felul acesta, ar fi asigurată și reținerea atmosferei, oamenii putînd astfel duce o viață absolut normală.

Întrucît Soarele s-ar afla mereu în centrul inelului, nu ar mai exista diferențe de climă și anotimpuri, temperatura fiind constantă tot timpul anului (care va rămîne o ficțiune, fără corespondent natural). Dacă condițiile de climă vor suferi modificări esențiale, nu același lucru se poate spune despre ciclul zi-noapte, care va fi simulat cu ajutorul unui al doilea inel, cu diametrul mult mai mic. Interpus între Soare și Terra, acest inel ar urma să aibă „ferestre" prin care să pătrundă radiația solară, creînd o zi artificială pe inel locuit.

Un proiect și mai ambițios este cel făurit de către Dan Alderson (Jet Propulsion Laboratory — California, S.U.A.), care întrevede posibilitatea construirii în planul orbitelor planetare ale sistemului solar a unui uriaș disc din materie solidă, care ar urma să aibă o suprafață aproape egală cu ecosfera solară. Prin crearea unei mișcări de rotație, pe disc va exista o forță gravitațională cu mărime absolut terestră, la care oamenii se vor putea adapta fără nici un efort deosebit. La extremitatea interioară a acestui disc, ar urma să fie ridicat un zid uriaș, pe lîngă care Marele Zid Chinezesc va părea o jucărie neînsemnată: el va avea înălțimea de 1.500 km! Rolul său va fi de a împiedica atragerea atmosferei de către Soare.

Desigur, acest zid va avea și umbră, și în umbra sa va domni o noapte veșnică. Dar, de la o anumită distanță de zid, vor bate din plin razele solare, și aici principala problemă va fi crearea unei nopți artificiale, care să ușureze sarcina locuitorilor. În caz că proiectul lui Dan Alderson se va realiza, Lumea va avea înfățișarea plată și rotundă pe care i-o atribuiau naivele cosmogonii babiloniană sau sanscrită ...

Șocați, poate, de aspectul absolut fantastic al acestor proiecte, ne punem o întrebare: cît de apropiată este perspectiva realizării lor? A da un răspuns este foarte dificil, mai ușor fiind, poate, să încercăm a elabora un scenariu al colonizării spațiului cosmic de către umanitate. Fără a stabili date precise, să presupunem că acest proces a debutat într-un an oarecare, pe care îl vom numi „anul 1 al colonizării spațiului". Acest an memorabil va fi marcat de darea în folosință a unei colonii spațiale de tipul I, gazdă primitoare pentru un număr

de 10.000 de oameni. După aceasta, totul va merge într-un ritm accelerat, ascendent, numărul coloniilor spațiale crescînd fără încetare. S-ar putea ca spațiul cosmic să ne ofere și surprize — plăcute de această dată: obișnuiți cu modul costisitor în care reușim să producem energia necesară tuturor proceselor noastre industriale, s-ar putea să constatăm că la mii de kilometri depărtare de Terra randamentul obținerii energiei și a materiilor prime întrece orice așteptare a noastră.

Dar să nu supralicităm. Să presupunem că prezența cosmică a omenirii va crește cu un ritm constant de 2,5% pe an, ceea ce este, să recunoaștem, o previziune foarte moderată. Chiar și în aceste condiții, evoluția populației cosmice umane va cunoaște o adevărată explozie, ale cărei posibile jaloane sînt următoarele: anul 10 — 200.000 locuitori, anul 15 — 1,5 milioane locuitori, anul 20 — 9,2 milioane locuitori, anul 25 — 68 milioane locuitori, anul 30 — 631 milioane locuitori, anul 35 — 7,3 miliarde locuitori. În numai 35 de ani, și-ar putea stabili domiciliul stabil în Cosmos peste jumătate din numărul maxim la care se presupune că ar putea ajunge populația umană a Terrei.

Lăsînd la o parte amănuntele tehnice ale unui exod de asemenea proporții (în faza finală, aproximativ 200 de milioane de oameni pe an), trebuie să remarcăm că exodul cosmic al omenirii ar putea înceta în anul 35 al desfășurării sale. Căci nu este nici un dram de utopie în a presupune că Terra are posibilitatea, beneficiind de realizări deja previzibile, să hrănească 7 miliarde de oameni. Mai mult, beneficiind de cuceririle tehnologiei cosmice, Terra va beneficia de energia ieftină pe care o vor transmite din cosmos, sub formă de microunde, platformele specializate în captarea și transmiterea energiei solare. Uriașe oglinzi plasate pe orbite geosincrone vor asigura, pe timpul nopții, iluminatul eficace și gratuit al marilor aglomerații urbane pe care le va poseda omenirea secolului XXI.

Treptat, omenirea va ajunge să utilizeze cu succes energiile a căror durată extrem de mare le face, practic, inepuizabile: energia solară, fuziunea termonucleară, energia geotermică și geomagnetică. Din punct de vedere al asigurării sănătății planetei, rezultatele vor fi cu totul remarcabile: atmosfera va conține mult mai puține impurități nocive, apele vor fi mai curate, iar oamenii se vor bucura de condiții mai bune de locuit. În aceste condiții, reglarea numărului de „emigranți cosmici" se va produce în bună parte spontan, în funcție de o

gamă foarte vastă de motivații personale și sociale acționînd în concurență.

Existența cosmică a unei jumătăți din omenire va produce importante schimbări în toate domeniile vieții culturale și spirituale ale omenirii. În impresionantele colonii spațiale va înflori o nouă artă, cosmică în cel mai adecvat sens al cuvîntului. Cei născuți în cosmos vor putea să vadă Terra numai de departe, căpătînd informații despre ea în cadrul cursurilor făcute în școală. Ce imagine își vor făuri despre Terra acești copii ai spațiului? Vor dori ei sau nu să o cunoască îndeaproape?

Totul va fi schimbat — chiar și agrementul se va înscrie pe noi coordonate. Atrași de mirajul spațiului nemărginit, locuitorii Terrei vor veni în cosmos pentru a admira mai îndeaproape stelele, precum și impresionantele realizări umane. Mînați poate de un vag sentiment de nostalgie sau dezrădăcinare, coloniștii spațiului vor coborî pe fundul oceanului atmosferic, pentru a saluta sau a cunoaște inegalabilele frumuseți ale leagănului omenirii.

Expansiunea cosmică a omenirii nu va înceta în anul 35 al existenței sale. Chiar dacă aspectul cantitativ ar fi limitat considerabil, procesul va continua pe alte planuri, de o complexitate mereu crescută. După ce-a cunoscut îndeaproape întregul sistem solar, omenirea va îndrăzni să trimită mesageri spre alte stele, în căutarea răspunsurilor pentru cîteva dintre marile întrebări care frămîntă rațiunea umană. Pentru început, în sistemele planetare ale unor stele vecine vor fi plasate stații cosmice automate, care vor transmite un volum impresionant de date și informații științifice.

Odată această etapă depășită, spre alte corpuri astrale se vor îndrepta expediții cu echipaj uman, a căror misiune va întrece în complexitate și importanță tot ce s-a întreprins pînă acum pe Terra în domeniul misiunilor de explorare. Pe cărările de lumină ale Universului, mesagerii Terrei vor întîlni poate reprezentanți ai unor alte civilizații, mînați de setea de cunoaștere care trebuie să caracterizeze orice ființă înzestrată cu darul rațiunii. Evaluată la scara întregii istorii a speciei noastre, o astfel de experiență are valențele unui punct crucial, de extremă importanță. După cum foarte inspirat spunea Isaac Asimov: „Contactul cu o civilizație extraterestră ne va arăta adevăratul nostru loc în Univers. Iar acesta este începutul înțelepciunii".

SEMENII ÎNTRU RAȚIUNE

În mod sigur, imaginea pe care cerul o prezenta omului preistoric era în mare parte asemănătoare celei pe care o putem vedea azi. Ghemuit în apropierea unui foc de vreascuri, strămoșul nostru preistoric era spectatorul mut al grandioasei rotiri a constelației în jurul unui punct fix, care atunci nu era modesta stea Polară. Să fi izvorît în mintea sa, măcar pentru o clipă, ideea că minusculele luminițe pîlpîitoare sînt în realitate uriașe focuri stelare, în jurul cărora s-ar putea afla planete populate cu ființe vii?

Puțin probabil. Ideea pluralității lumilor locuite este de dată relativ recentă (raportată la scara întregii istorii a speciei). Apariția ei a necesitat întrunirea mai multor condiții pe care, pentru mai multă claritate, le vom puncta după cum urmează:

— clarificarea conștiinței de specie, altfel spus constatarea faptului că omul este strîns legat de materia vie terestră, fiind ultima și cea mai înaltă treaptă a evoluției acesteia, și în același timp atît de diferit, prin însușirile sale raționale pe care le deține în exclusivitate pe Terra.

— cîștigarea cunoștințelor de astronomie care să plaseze stelele și planetele la adevărata lor depărtare de Terra, spulberînd pentru totdeauna imaginea reducționistă a unei bolte cerești, iluzie care a dominat categoric multe secole din istoria omenirii.

Pluralitatea lumilor locuite (termen atît de familiar nouă prin titanica trudă a lui Camille Flammarion) a constituit o preocupare a astronomilor și a filozofilor începînd cu antichitatea greacă, matrice fecundă a ideilor îndrăznețe și vizionare. După noaptea intelectuală provocată de criza de ignoranță a Evului Mediu, ideea a revenit cu putere la gînditorii care anunțau noua lume: Giordano Bruno, Cristiaan Huygens, Cyrano de Bergerac, Bernard le Bovier de Fontenelle, terminînd cu cel care, în timpurile moderne, a înzestrat astronomia cu toate atributele poeziei: Camille Flammarion. El a afirmat cu tărie următoarele: „Viața se dezvoltă fără sfîrșit în spațiu și timp; ea este universală și veșnică".

Zilele noastre au văzut nașterea unei noi științe: exobiologia. Aflată încă în curs de cristalizare, exobiologia încearcă, pentru prima dată, să abordeze cu mijloace specifice științei problema pluralității lumilor locuite. Ea încearcă astfel să pună

capăt dramei carteziene umane, omul avînd acum, mai mult ca oricînd, sentimentul acut al singularității sale pe suprafața Terrei. Tocmai pentru aceasta, el se pregătește acum febril să pornească în căutarea semenilor săi din alte unghiuri ale Universului.

Una din premisele fundamentale ale exobiologiei este rolul fundamental al compușilor carbonului în susținerea proceselor dinamice specifice vieții. Discutînd anterior acest aspect, am arătat că acest prodigios element deține însușiri chimice pe care nu le poate egala nici un alt membru al tabloului periodic al lui Mendeleev. De asemenea, diferiții săi compuși, chiar și cei aflați în stări diferite de agregare, prezintă o corelare a însușirilor chimice care permite desfășurarea nestingherită a reacțiilor chimice metabolice.

Desigur, nu odată s-a avansat ideea că, în alte circumstanțe planetare, ar fi posibilă existența vieții pe baza compușilor macromoleculari ai siliciului, element cu însușiri în bună parte asemănătoare carbonului. Totuși, siliciul prezintă o serie de dezavantaje care-i pot interzice prețioasa calitate de suport al vieții. În primul rînd, ar fi vorba despre lipsa de corelație între însușirile compușilor solizi ai siliciului (silanii) și cele ale compușilor gazoși (dioxidul de siliciu) — la temperatura la care dioxidul de siliciu există în stare gazoasă, silanii au încetat demult să mai existe într-o formă ordonată. În al doilea rînd, legăturile covalente din lanțurile moleculare formate de siliciu sînt asimetrice, datorită distribuției inegale a electronilor, fapt care determină deosebita vulnerabilitate a silanilor față de diferite substanțe reactive, acum ar fi oxigenul, amoniacul și apa.

În al treilea rînd, trebuie subliniat faptul că, ipotetic, ar putea exista sisteme vii clădite cu cărămizi de siliciu, în condiții de temperatură și presiune foarte înalte. Este însă cunoscut că energia de legătură a atomilor de siliciu este doar ceva mai mult de jumătate din cea care caracterizează atomul de carbon. În alte condiții, puternica entropie determinată de creșterea temperaturii ar anula imediat tendința de automenținere și de perpetuare a unui astfel de sistem.

În concluzie, siliciul părăsește competiția. Pentru a da, totuși, un maximum de prudență concluziei noastre, vom afirma că, dacă viața are însușirile pe care le cunoaștem prin experiența noastră terestră, și dacă elementele chimice au pretutindeni în Univers o comportare identică cu comportarea pe

Terra, atunci viața, cu maximum de probabilitate, își realizează structurile macromoleculare cu ajutorul carbonului.

În felul acesta, sfera căutărilor pe care trebuie să le întreprindem se restrînge simțitor. Dar aceasta nu înseamnă cîtuși de puțin diminuarea șanselor pe care viața le deține de a apare și de a evolua spre forme superioare de existență. Am văzut mai înainte, cu exemplificare concretă în cazul Terrei, că nu există practic două planete identice, și care să aibă aceeași soartă. Efectiv, fiecare planetă are un destin individualizat, determinat de propria structură, și de mediul cosmic în care își desfășoară evoluția. În virtutea acestei diferențieri, putem presupune că pe fiecare planetă locuibilă viața a evoluat în forme specifice, determinate de condițiile concrete existente pe planeta respectivă, păstrîndu-se unitatea biochimică universală a materiei înzestrate cu viață.

Deci, unde să căutăm? Care este norma metodologică care să ne îndrume pașii în căutarea civilizațiilor extraterestre? Începuturile în această direcție au fost făcute în urmă cu două decenii și jumătate, cînd un impresionant grup de somități științifice s-a reunit, în noiembrie 1961, la Observatorul de radioastronomie de la Green Bank (West Virginia — S.U.A.). Participanții erau astronomi, fizicieni, astrofizicieni, specialiști în comunicații. Unul dintre aceștia din urmă, J. C. Lilly, era specialist în studierea limbajului delfinilor, astfel încît întregul grup și-a luat numele de „Ordinul delfinului".

Chiar dacă acest ordin nu avea în comun decît denumirea cu închisele ordine monahale medievale, reuniunea s-a ținut cu maximum de discreție posibil. Acestui consemn s-au conformat Frank Drake, Carl Sagan, Melvin Calvin, Philipp Morisson și Giuseppe Cocconi, specialiști cu deosebită pondere în domeniile lor de activitate. Dar motivul pentru care reuniunea s-a ținut atît de ferită de ochii opiniei publice îl constituia includerea pe ordinea de zi a delicatei probleme a vieții inteligente extraterestre.

Rezultatul discuțiilor a fost remarcabil, definitivîndu-se o formulă propusă de către Frank Drake, și care constituie o schiță a posibilităților de a determina numărul civilizațiilor extraterestre existente la un moment dat în Galaxia noastră. Chiar dacă a fost elaborată în urmă cu două decenii și jumătate, formula de la Green Bank constituie un strălucit exemplu de clarviziune științifică, trecerea anilor confirmînd caracterul ei complet și cuprinzător:

$$N = R\, f_p\, n_e\, f_e\, f_i\, f_c\, L$$

unde:

N = numărul de civilizații ajunse în stadiul tehnologic de dezvoltare;
R = numărul de stele asemănătoare Soarelui care există în Galaxie;
f_p = numărul stelelor care dețin sisteme planetare;
n_e = numărul planetelor care pot găzdui viața;
f_e = numărul planetelor pe care viața apare efectiv;
f_i = numărul planetelor pe care viața poate evolua pînă la forme inteligente;
f_c = numărul planetelor pe care viața inteligentă a evoluat într-un stadiu superior, dînd naștere unei civilizații tehnologice;
L = durata medie de existență a unei civilizații.

Formulei i se poate da o dublă semnificație, factorii săi putînd fi exprimați atît cantitativ, cît și sub forma unor probabilități. Discutînd în detaliu acești factori, avem posibilitatea să formulăm o serie de concluzii interesante, după cum urmează:

R — limitarea obiectului cercetărilor la stele asemănătoare Soarelui nostru este pe deplin justificată. După cum este cunoscut, Soarele aparține clasei spectrale G.1, ceea ce înseamnă că va rămîne în interiorul secvenței principale timp de aproximativ 13 miliarde de ani, cu temperatura superficială de 6.000°K. Asemănătoare Soarelui sînt stelele aflate în clasele spectrale F (întreaga clasă — fiecare clasă are cîte 9 grupe, simbolizate 0—9), G (0—9) și K (numai grupa 1).

Împărțirea stelelor în clase este realizată după criteriul masei, care determină atît luminozitatea stelei, cît și persistența ei în secvența principală. Astfel, o stea de clasa spectrală F0 are o masă egală cu 1,5 mase solare, ceea ce determină rămînerea ei în secvența principală timp de 4 miliarde de ani. O stea din clasa spectrală K1 are o masă egală cu 0,730 din masa solară, rămînînd în secvența principală timp de 30 de miliarde de ani. Orientarea este absolut corectă, căci o stea gigantă (clasele spectrale O, B și A) consumă mult mai repede materialul nuclear, rămînînd astfel mult mai puțin în secvența principală. De exemplu, o stea în clasa spectrală A0, cu o temperatură superficială de 12.000°K, și o masă egală cu 3,2 mase solare, va rămîne în secvența principală numai 400 de milioane de ani, timp în care viața ar avea timp să apară, dar nu să și evolueze.

La polul opus se află stelele din clasele spectrale K (grupele 1—9) și M, stele mărunte, cu mase insignifiante (0,5—0,3 mase solare) și temperaturi superficiale foarte scăzute (4.500—3.000°K). Chiar dacă astfel de stele rămîn în secvența principală timp de 40 pînă la 100 de miliarde ani (acum intuim poate infinitatea Universului și a timpului), ele radiază o cantitate de energie prea mică pentru a putea întreține viața pe o planetă oarecare.

Revenind la stelele asemănătoare Soarelui, trebuie să arătăm că în Galaxie stelele se află în raport invers proporțional cu masa lor, cele mai abundente fiind stelele cu masă mică. Pe clase spectrale, frecvența relativă de apariție a stelelor se prezintă după cum urmează: O — 0,00002%; B — 0,093%; A — 0,581%; F — 2,905%; G — 7,315%; K — 15,09% și M — 73,25%. Efectuînd un calcul simplu, ajungem la concluzia că stelele asemănătoare Soarelui reprezintă un procent de aproximativ 11% din numărul total de stele existente în Galaxie.

Deci, vom stabili pentru factorul R valoarea de 0,1.

f_p — Pare surprinzătoare discutarea posibilității ca fiecare stea să dețină un sistem planetar propriu. Dar, deși simțul comun ne-ar determina să credem că fiecare stea trebuie în mod obligatoriu să dețină un sistem planetar, problema trebuie nuanțată.

În primul rînd, putem presupune că violența fenomenelor acreționare care însoțesc formarea stelelor uriașe împiedică formarea planetelor, existînd doar posibilitatea apariției unor planete gigant, poate de multe ori situate la limita transformării lor în stele. Bazîndu-ne tot pe experiența căpătată în limitele sistemului solar, putem presupune că fenomenele acreționare în nebuloase protostelare de mici dimensiuni dau naștere unor sisteme planetare echilibrate, caracterizate prin marele număr al planetelor sau, mai general, prin cantitatea destul de mare de materie care este înglobată în corpurile planetare.

Din păcate, aici ne aflăm deocamdată pe tărîmul supoziției și al raționamentului, întrucît nu deținem pentru moment nici o metodă de a studia componența altor sisteme planetare. Singura metodă directă imaginabilă (cea a ocultației naturale) este inoperantă la distanțe atît de mari, obiectul ocultant acoperind de multe ori nu numai steaua observată, ci și planeta pe care aceasta o luminează. Singura metodă la care se poate recurge este una indirectă, și ea constă în determinarea vitezei de rotație a stelei în jurul propriei sale axe (momentul angular).

Este cunoscut faptul că fenomenele acreționare care au loc într-o nebuloasă protostelară dețin o energie cinetică, care se conservă în sistemul planetar care ia naștere sub forma unor momente unghiulare. Dacă întreaga masă a nebuloasei s-a concentrat într-o stea, energia cinetică se va transmite integral stelei respective, rezultînd un moment unghiular foarte mare, deci o rotație rapidă a stelei în jurul axei. Dacă prin acreție au rezultat și planete, atunci o bună parte a energiei cinetice se va transmite acestora (după cum este și cazul sistemului solar). În cazul acesta, se poate observa că aceste stele se rotesc cu o viteză mai mică decît ar trebui judecînd după masa lor.

Desigur, nu este absolut obligatoriu ca pierderea de moment unghiular să fie explicată prin prezența planetelor, aceasta putîndu-se produce și prin pierderea de materie din stea, care să se răspîndească în jurul ei sub formă de gaze, fără a forma corpuri planetare. Cu toate acestea, putem presupune că aproximativ 30% din stelele asemănătoare Soarelui dețin sisteme planetare. În concluzie, $f_p = 0{,}3$.

n_e — Cu acest factor, discuția iese din sfera astronomiei. Determinarea numărului de planete care pot găzdui viața într-un sistem planetar este o întreprindere dintre cele mai dificile. Dacă luăm drept etalon sistemul solar, putem constata că aici numai Terra prezintă condiții propice apariției și menținerii vieții. O probabilitate foarte mică o reprezintă planeta Marte, probabilitate circumscrisă posibilității ca viața să fi apărut cîndva pe această planetă, iar odată cu înrăutățirea condițiilor de mediu să fi trecut la forme pur vegetative de existență.

Desigur, capacitatea unei planete de a găzdui viața depinde de foarte mulți parametri, printre care cel mai important este situația în limitele ecosferei stelei centrale a sistemului planetar. După cum am văzut mai înainte, extinderea spațială a ecosferei este determinată de mărimea stelei, deci de cantitatea de energie pe care aceasta o răspîndește în spațiu. În cazul unei stele masive, ecosfera este întinsă, și în interiorul său își pot afla orbita chiar două sau trei planete care, în virtutea acestui fapt, devin favorabile vieții. Dar, în general, stelele masive au foarte puține planete, unele chiar deloc. Fiind masive, aceste planete se rotesc departe de stea, poate chiar în afara ecosferei.

În cazul stelelor mici, din clasele spectrale K și M, ecosfera are o extindere foarte limitată, fiind situată în imediata apropiere a stelei. Lăsînd la o parte posibilitatea destul de scăzută a existenței unei planete într-un spațiu atît de îngust, trebuie să arătăm că o astfel de planetă ar deveni rapid nelocuibilă. Aceasta, întrucît planeta ar fi frînată în evoluția sa orbitală de către atracția gravitațională a stelei, ajungînd ca mișcarea sa de rotație să fie egală cu cea de revoluție. În felul acesta, s-ar ajunge ca planeta respectivă să prezinte stelei mereu aceeași față, ceea ce ar duce la supraîncălzirea ei. În altă ordine de idei, o apropiere atît de mare ar crea efecte mareice foarte puternice, care ar putea duce la dezmembrarea planetei respective.

De asemenea, mai există alți factori care fac ca o planetă să fie locuibilă. Între aceștia, ar fi viteza de rotație (a cărei importanță am explicat-o mai sus). Între altele, de mare importanță este masa proprie a planetei, care trebuie să fie destul de mare pentru a putea reține o atmosferă densă, bogată în gaze, dar destul de mică pentru ca gravitația să nu împiedice posibilitățile de dezvoltare a organismelor vii. De asemenea, trebuie avută în vedere și excentricitatea orbitei planetare, care ar trebui, în situația ideală, să rămînă în permanență în interiorul ecosferei. Pentru a putea încheia enumerarea, să amintim și faptul că în preajma unor stele duble orbitele planetare au o marcată instabilitate.

Avînd în vedere toate acestea, considerăm că putem estima numărul planetelor care pot găzdui viața la 10% din numărul planetelor aflate în jurul stelelor asemănătoare Soarelui, din Galaxia noastră. $n_e = 0{,}1$.

f_e — Evaluarea acestui factor al formulei are valoarea unei adevărate profesiuni de credință. Datele experimentale oferite de astronomie sau biologie sînt prea sărace pentru a putea evalua cu precizie care este procentul stelelor pe care viața apare efectiv, din numărul total al planetelor care pot găzdui viața. Discutînd despre acestea din urmă, am efectuat deja o selecție severă, considerînd că în medie numai o planetă din zece deține condițiile favorabile apariției și evoluției vieții.

Rămînînd în granițele acestei zecimi, putem afirma că viața apare peste tot unde sînt întrunite condițiile necesare. După cum am subliniat anterior, apariția vieții este un fenomen în care se află implicată o probabilistică aparte. Căci, chiar dacă viața apare după un miliard de încercări aleatorii, putem vorbi despre certitudine, încît șansa vieții de a apărea măcar o dată într-un miliard de încercări este cvasi-unitară.

Presupunînd că viața are nevoie de aproximativ 2 miliarde de ani pentru a-și face debutul pe scena unei planete (estimare foarte ponderată, dacă nu chiar pesimistă), nu putem întrevedea posibilitatea producerii unui fenomen cosmic, în același timp impresionant și întîmplător, care să anuleze șansele de apariție a vieții.

Tot ce ne putem imagina în această direcție (traversarea de nori de pulbere interstelară, variații ale orbitei provocate de coliziuni cu asteroizi, obturarea radiației primite de la steaua centrală ca urmare a intensificării vulcanismului) nu poate să acționeze decît în sensul întîrzierii apariției vieții, sau al orientării evoluției ei pe alt făgaș. În lumina acestor considerenté, putem afirma, exact în termenii de mai sus, că pe toate planetele care se rotesc în jurul unei stele în limitele ecosferei, și cumulează restul atributelor necesare (masă, gravitație, atmosferă), viața nu va întîrzia să apară. Deci vom atribui factorului f_e valoarea 1.

Desigur, un astfel de punct de vedere nu este împărtășit în întreaga lume științifică. Paleontologul american George Gaylord Simpson s-a făcut purtătorul de cuvînt al unei concepții opuse, conform căreia șansa vieții de a lua naștere, chiar pe planete favorabile, este foarte mică. Conform afirmațiilor savantului american, Terra este „înspăimîntător de mică" în calitatea sa de leagăn al vieții, lungul lanț al evenimentelor aleatorii care au dus la actualele forme terestre ale viului fiind prea complex pentru a avea un echivalent într-o altă parte a Universului.

Cu toate acestea, Simpson se află în minoritate, majoritatea colegilor săi evaluînd problema în termeni mult mai optimiști. În virtutea acestui optimism, ne menținem punctul de vedere, atribuind factorului f_e o valoare unitară.

f_i — Discutînd despre șansele ca viața, odată apărută pe o planetă, să evolueze pînă la un stadiu inteligent de dezvoltare, trebuie să elaborăm, o serie de convenții preliminare.

În primul rînd, va trebui să răspundem întrebării: ce este inteligența? Din păcate, acest termen este curent utilizat în sensul său comun, cu referire strictă la însușirile intelectuale și spirituale ale ființei umane, ceea ce — după părerea noastră — constituie o greșală. Aceasta întrucît am arătat anterior că inteligența, exact așa cum singuri ne-o atribuim, este o însușire fundamentală a materiei vii. Materia vie, la toate nivelele sale de organizare, deține proprietatea de a recepționa stimulii proveniți din mediu, de a-i recunoaște și a le acorda o semnificație, și de a elabora un răspuns adecvat, modificîndu-și concomitent conduita.

Ceea ce numim inteligență nu este decît transpunerea acestei însușiri fundamentale a viului la scara ființei umane, care este singura ființă terestră care poate să creeze singură probleme și situații complexe. A limita inteligența la abilitatea de a rezolva aceste probleme și situații este un fapt reducționist dăunător, care scoate de sub incidența interesului exact componenta pur biologică a fenomenului. Pentru a rezolva această ambiguitate, am putea propune un termen mai adecvat, care să surprindă exact acea componentă a inteligenței care efectuează distincția între om și restul regnului animal: rațiunea. În felul acesta, am accentua asupra rolului de prim rang pe care îl joacă creierul, care pentru prima dată pe această planetă își îmbogățește funcțiile, la cea reflexă adăugîndu-se funcția cogitativă. Tocmai pentru aceasta, am numit pe ceilalți reprezentanți galactici ai materiei vii ajunsă într-un stadiu superior de evoluție „semeni întru rațiune".

Nu ar fi exclus ca astfel de semeni să avem și pe propria noastră planetă. De exemplu, delfinii. Este adevărat, ei nu posedă un limbaj articulat specific, și nu au creat o civilizație tehnologică, echivalent marin al civilizației noastre. În schimb, delfinii beneficiază de o adaptare atît de bună la mediul în care își desfășoară viața, încît cu greu ne putem închipui ce i-ar putea împinge pe lungul și anevoiosul drum pe care l-a străbătut omul. Singurul dușman este tot... omul, care nu s-a gîndit niciodată că fiecare ucidere a unui delfin este un fratricid condamnabil. Cu toate acestea, delfinii nu s-au răzbunat niciodată pe om. Cu splendidul lor corp fusiform și cu dinții lor ascuțiți, ar putea sfîșia orice plasă pescărească, și ar putea cu ușurință ucide un scafandru. Totuși, ei se lasă capturați cu o resemnare care vorbește poate despre o înaltă înțelegere a lucrurilor, și care izvorăște dintr-un sentiment de fraternitate pe care omul, cu semeția sa sfidătoare, nu este dispus să-l împărtășească.

După cum afirmă John Lilly, al cărui nume am avut ocazia să-l amintim puțin mai înainte, este posibil ca pe Terra să existe două forme superioare ale materiei vii: omul și delfinul, acesta din urmă fiind lipsit de componenta tehnologică a dezvoltării. Cu toate acestea, delfinul nu ar fi cu nimic mai prejos decît omul în anumite privințe. Și, întrucît aminteam mai sus despre sentimentul de fraternitate pe care specia umană nu-l împărtășește, trebuie să arătăm că au fost totuși oameni care

au întreținut legături intime, uneori chiar marcate de afecțiune, cu delfinii. Există cazuri de notorietate planetară, în care delfinii s-au dedicat pazei unor locuri periculoase, și salvării oamenilor aflați în pericol de înec, precum și cazuri în care delfinii s-au „angajat" benevol ca ajutoare la pescuit.

Să fie oare Terra un caz fericit, pe suprafața sa născîndu-se două specii inteligente (raționale)? În această situație, procentul de planete pe care viața a putut ajunge în formele ei superioare de dezvoltare este supraunitar, prin existența pe aceeași planetă a două specii diferite. Dar o astfel de concluzie este hazardată. În primul rînd fiindcă cu greu ne putem închipui cum ar putea să existe pe suprafața unei planete două civilizații tehnologice deosebite, fără ca pînă la urmă acestea să nu conveargă, formînd o singură civilizație planetară. (Ne interesează numai civilizațiile tehnologice, ca fiind singurele care pot emite și recepționa mesaje.)

De asemenea, trebuie să avem în vedere și faptul că drumul vieții spre rațiune este destul de lung, pe Terra el durînd 3 miliarde de ani. Experiența terestră a vieții ne învață că acest drum nu este nicidecum lin, fiind presărat cu un număr foarte mare de obstacole, a căror depășire este întotdeauna anevoioasă. Să ne închipuim numai ce s-ar fi întîmplat fără marea catastrofă de la sfîrșitul Cretacicului, cînd dinozaurii au dispărut, lăsînd loc mamiferelor. Avînd în vedere că dinozaurii erau bine adaptați nișelor ecologice pe care le ocupau, probabil că ei ar fi continuat să domine cu prestanță, prin forță și ferocitate, scena planetară, lăsînd în umbră mărunțele și fricoasele mamifere.

Există și posibilitatea ca un cataclism cosmic aleatoriu să suprime viața existentă pe o planetă. Ciocnirea cu un asteroid gigantic ar putea produce degradări ecologice ireversibile, sau ar putea pur și simplu dezmembra planeta. Aceeași dezmembrare s-ar putea produce și sub influența atracției exercitate de o stea prea apropiată, sau de cîțiva sateliți naturali aflați pe o orbită strînsă în jurul planetei. De asemenea, ascensiunea vieții ar putea fi stagnată și de o situație limită apărută în peregrinările planetei prin spațiul galactic. După ce am văzut în ce mod „plimbările" Terrei prin galaxie pot să producă influențe asupra unui număr vast de parametri, începînd cu mișcarea de rotație și terminînd cu vulcanismul, un astfel de accident nu ar mai trebui să ne mire.

De aceea, dacă am susținut cu tărie că, oriunde sînt întrunite condițiile necesare, apariția vieții este o legitate indiscutabilă, trebuie să subliniem că menținerea ei este un fenomen supus unor vaste influențe aleatorii. Aceasta ne îndeamnă la prudență — fapt pentru care vom atribui factorului f_i valoarea 0,5.

f_c — Acest factor, menit a estima șansele de apariție a unei civilizații tehnologice, este o dovadă clară a capcanelor pe care ni le rezervă formula Green Banks. După „viață", „evoluție", „inteligență", civilizația este un concept care îl putem descrie exclusiv în baza experienței noastre terestre. Concepută ca un conglomerat coerent de manifestări spirituale și materiale, civilizația a îmbrăcat pe Terra un aspect pe care îl putem numi tehnologic, în virtutea numărului exorbitant de obiecte artificiale pe care omul le interpune între el și natură. Fiecare din aceste obiecte are drept scop de a suplini sau a ameliora una din funcțiile corpului uman, în sensul creșterii eficienței sale.

Să existe oare o legitate în ceea ce privește evoluția ființelor raționale spre un stadiu tehnologic de dezvoltare? Să ne fie cu iertare, dar credem că nu. După cum afirma astronomul american Frederik Ordway, s-ar putea ca o civilizație extraterestră „să nu prezinte nici o urmă din ceea ce noi, pămîntenii, numim civilizație". Totuși, aceasta ar continua să rămînă o civilizație, prezentîndu-se ca un ansamblu de conexiuni naturale (ființă — natură) și sociale (ființă — ființă).

Să ne închipuim o civilizație care a înflorit pe o planetă în bună parte asemănătoare Terrei. Din întreaga anatomie a componenților ei să ne oprim asupra materiei cerebrale superior organizate sau, mai precis, echivalentul ei funcțional. Să presupunem că ființele raționale respective au ajuns să cunoască și să exploateze la parametrii maximi posibilitățile materiei cerebrale, utilizînd în mod curent ceea ce nouă ni se mai pare încă a fi vrăjitorie: telepatia și telekinezia. Utilizarea curentă, deci exercițiul, dezvoltă orice funcție — de unde și posibilitatea ca cele două abilități enumerate mai sus să atingă nivele pe care noi nici nu le putem închipui.

Ce aspect ar prezenta această situație unui observator terestru uluit? Utilizînd în continuare metoda analogiilor, închipuiți-vă cum ar arăta civilizația noastră fără radio, TV, presă, cărți, filme, mijloace de transport, mijloace de ridicat, diferite sisteme de acționare ș.a.m.d. Efectiv, n-ar mai fi civilizația noastră — și toate acestea, pornind de la un singur punct de răscruce în evoluția speciei respective.

Oare o astfel de civilizație ar mai avea vreo importanță pentru noi, atîta vreme cît nivelul său „tehnologic" este atît de „scăzut"? Fără îndoială că da, căci putem presupune că și o astfel de civilizație studiază cerul, și pe acea îndepărtată planetă existînd scriitori (scuzați, gînditori) care abordează cu încredere și optimism problema complexă și plină de întrebări a pluralității lumilor locuite.

Obstacolul unei diferențe de aspect exterior este ușor de depășit atunci cînd două civilizații sînt ferm hotărîte să stabilească un contact. Căci, dincolo de acest obstacol, rămîne aspectul rațional al inteligenței acestor civilizații, aspect care le poate ajuta în identificarea și recunoașterea reciprocă.

De data aceasta, vorbind despre posibilitatea ca pe o planetă să apară o civilizație tehnologică (sau similară), vom acorda o importanță mult mai mică factorilor aleatori. Aceasta, din două motive îngemănate: intervalul de timp scurs de la nașterea unei civilizații și pînă la intrarea ei într-un stadiu superior este prea scurt pentru a exista pericolul unui cataclism nimicitor. În al doilea rînd, ar fi rapiditatea cîștigării unei relative independențe față de acțiunea factorilor de mediu, fapt care ar permite contracararea efectelor unor influențe nefavorabile moderate.

În felul acesta, putem presupune că pe o bună parte din planetele care găzduiesc civilizații s-a ajuns într-un stadiu tehnologic de dezvoltare, fapt care le permite să emită și să caute mesaje avînd drept destinatari sau expeditori alte civilizații. Pentru a lua în calcul toate posibilitățile, să admitem că o cincime din aceste civilizații au evoluat într-o direcție care le răpește posibilitatea de a dezvolta activități cosmice de orice natură, descoperirea lor fiind realizabilă numai într-un viitor îndepărtat, ca rod al unei întîmplări fericite.

În concluzie, vom atribui factorului f_c valoarea 0,8.

L — Pentru a evalua durata medie de existență a unei civilizații, va trebui să evităm, din nou, capcana experienței noastre terestre. Căci, chiar dacă omenirea se află acum la un pas de holocaustul nuclear, acesta nu înseamnă că fiecare civilizație trebuie să cunoască spaima atomică. Dimpotrivă, avem motive suficient de întemeiate pentru a presupune că omenirea este singura civilizație galactică aflată în această situație (motive pe care le vom analiza în amănunt în paginile ce urmează).

Desigur, există și opinii conform cărora orice civilizație sfîrșește destul de repede prin a se autodistruge. Avînd în

vedere că civilizația noastră a devenit detectabilă prin ascultare radio în urmă cu mai puțin de 100 de ani, se stabilește durata unei civilizații tehnologice la circa 100 de ani. O astfel de civilizație nu are practic nici o valoare în posibilul circuit al comunicațiilor intragalactice.

Dar motive de optimism sînt suficiente, mai ales dacă ne gîndim la faptul că actuala situație a omenirii este rezultatul unei evoluții nenaturale, pe care — paradoxal — majoritatea oamenilor o detestă. Faptul este fără precedent chiar și pe Terra — pînă acum, nici o specie nu a pierit în condițiile în care să fi avut sentimentul cert al nocivității acțiunilor sale.

Dacă am acorda credit primei opinii, ar însemna că valoarea pe care o acordăm lui L este atît de mică încît este complet neglijabilă la scară cosmică (într-o sută de ani un contact cu o civilizație extraterestră putînd fi stabilit numai grație unei întîmplări — aceasta, fără a mai discuta utilitatea unui mesaj urmat de o tăcere de moarte...). La polul opus, s-ar putea situa presupunerea că o civilizație ar putea dura tot atît timp cît este activă steaua centrală a sistemului planetar în care se află situată — deci între 1 milion și 25 de miliarde de ani. Efectiv, într-un interval atît de mare de timp nici nu se mai poate pune problema dependenței de o anumită stea, orice civilizație care și-a dezvoltat activitățile cosmice căpătînd dimensiuni galactice.

Posibila traiectorie a dezvoltării unei civilizații în această direcție a fost trasată de către fizicianul sovietic Nikolai Kardașev, care propune drept criteriu în clasificarea civilizațiilor extraterestre consumul de energie. Astfel, o civilizație de tipul I ar avea un consum energetic de 3×10^{12} W, ceea ce presupune limitarea la resursele planetei de baștină. O civilizație de tipul II ar consuma 4×10^{26} W, ea devenind stăpînă pe propriul sistem planetar, în timp ce o civilizație de tipul III și-ar extinde activitățile la scara întregii galaxii, consumînd fantastica cantitate de energie de 4×10^{37} W.

Conform clasificării lui N. Kardașev, omenirea nu a ajuns încă nici măcar o civilizație de tipul I, problema sa principală constituind-o strîngerea rîndurilor în vederea dobîndirii statutului de civilizație planetară. Odată acest stadiu depășit, orice civilizație capătă destulă putere pentru a interveni activ în procesele cosmice, modificîndu-le în funcție de interesele sale. În felul acesta, orice civilizație ar deveni nemuritoare, dominînd tot Universul...

Totuși, să nu excludem din calcul posibilitatea unei autodistrugeri accidentale, cauzată de scăparea de sub control a unor forțe uriașe. Sau incidența unor cataclisme cosmice care nu pot fi încă uitate. Pentru aceasta, avînd în vedere și diferențierile rezultate din particularitățile propriei evoluții, vom atribui factorului L o pondere prudentă de 0,5.

În felul acesta, am parcurs pas cu pas formula de la Green Banks. Desigur, în funcție de propriile opinii, se pot atribui factorilor din formulă diferite valori, variind între 0 și 1. Dacă vom atribui, de exemplu, factorului L valoarea 0; rezultă că în Univers nu există nici o civilizație aptă de a comunica cu o civilizație similară.

Pentru a finaliza propriul nostru calcul, să stabilim ca premisă faptul că în Galaxia noastră există (din nou, o valoare medie) aproximativ 150 miliarde de stele. Pentru factorii formulei am stabilit următoarele valori: $R = 0{,}1$; $f_p = 0{,}3$; $n_e = 0{,}1$; $f_e = 1$; $f_i = 0{,}5$; $f_c = 0{,}8$; $L = 0{,}5$. Efectuînd calculul, ajungem la concluzia, pe deplin încurajantă, că în Univers există, poate chiar și în acest moment, un număr de 180.000 de civilizații care scrutează cerurile în căutarea semenilor întru rațiune.

Cu alte cuvinte, 180.000 de civilizații aflate într-un stadiu de dezvoltare tehnologică detectabil de către noi, care sînt acum capabile să emită și să recepționeze mesaje. În funcție de importanța atribuită diferiților factori care pot influența dezvoltarea unei civilizații, unii autori propun numere diferite. Încă în anul 1961, A. I. Oparin și V. G. Fesenkov au ajuns la concluzia că în galaxia noastră viața ar fi putut să apară pe o planetă la un milion de stele cu sisteme planetare (proporția corespunzătoare fiind de 0,0001 la sută). Întrucît în vremea respectivă se considera că în Galaxie există aproximativ 100 de miliarde de stele, rezultă că numărul total al planetelor pe care au înflorit civilizații este de 100.000.

La un rezultat similar ajungea, cu 10 ani mai tîrziu, cunoscutul astronom american Carl Sagan. Cel care la reuniunea de la Green Banks era o speranță, devenise între timp o valoare certă a astronomiei și exobiologiei. Efectuînd diferite estimări pe marginea formulei la a cărei elaborare participase, Carl Sagan ajunge la concluzia că în Univers trebuie să existe în permanență minimum 100.000 de civilizații aflate în stadiul tehnologic de dezvoltare.

Toate opiniile menționate mai sus par a se bucura de echilibrul pe care ți-l conferă prudența. Dar să învinuim oare de

lipsă de prudență pe un cunoscut om de știință cum este Isaac Asimov, și care afirma în 1979 că la scara Galaxiei există acum 390.000.000 de civilizații, aproape toate (zdrobitoarea majoritate) fiind mai evoluate? De o remarcabilă complexitate, calculele efectuate de Isaac Asimov duc la un rezultat a cărui masivitate poate decurge și din faptul că analiza pe care reputatul savant o efectuează în legătură cu șansele de evoluție a vieții spre rațiune și civilizație exclude din calcul aspectele dinamice de mare amplitudine ale evoluției planetare.

La un rezultat întrucîtva asemănător ajung și specialiștii români I. Todoran și E. Țăran, care avansează un singur număr, cel al planetelor locuibile aflate în Galaxia noastră: 451 de milioane. Similitudinea este dată de faptul că Isaac Asimov propune numărul de 600 de milioane pentru planetele locuibile.

La polul opus acestor opinii, șocînd prin duritatea afirmațiilor, este opinia astrofizicianului sovietic Iossif Șclovski, membru corespondent al Academiei de științe al U.R.S.S. Analiza pe care reputatul savant sovietic o întreprinde are drept criteriu obligativitatea expansiunii nelimitate a oricărei civilizații. Raționamentul debutează corect, căci experiența terestră curentă ne învață că satisfacerea unor necesități determină apariția altor necesități, dezvoltarea unei civilizații fiind o spirală ascendentă în care se împletesc aspecte cantitative și calitative.

În lumina acestei necesități, orice civilizație cosmică trebuie să cunoască, mai ales după intrarea ei în faza cosmică de dezvoltare, o expansiune rapidă, care s-o transforme într-o entitate ușor detectabilă la scară cosmică, prin activitățile ei de transformare a sistemelor planetare, a galaxiilor și chiar a Metagalaxiei. Toate acestea ar fi lesne detectabile cu actualele noastre mijloace de observare — cu un termen fericit, Iossif Șclovski le numește „miracole cosmice".

Totuși, pînă acum nici un astfel de miracol nu a putut fi observat de către astronomii sau astrofizicienii civilizației noastre. De asemenea (chiar dacă paleoastronautica afișează astfel de pretenții) nimeni nu poate demonstra că planeta noastră ar păstra vreo urmă a unei vizite extraterestre. Cu alte cuvinte, nu avem pînă în prezent nici o urmă de activitate rațională, provenind de la o altă civilizație. Concluzia pe care Șclovski o trage din acest fapt este că în Galaxia noastră și în sistemele galactice vecine nu există nici o civilizație. Cu

alte cuvinte, oricît de tragic ar suna, s-ar părea că sîntem singuri în Univers!

Pentru savantul sovietic, o astfel de ipoteză pare mai probabilă decît cea care brodează supoziții pe marginea pluralității lumilor locuite. Chiar dacă solitudinea noastră nu este absolută, ea este practică, atîta vreme cît nu putem contacta nici o altă civilizație. Argumentul de căpătîi al acestei solitudini ar fi caracterul în bună parte aleatoriu al apariției și dezvoltării vieții, care necesită coincidența unui număr fantastic de factori din cei mai diverși.

Cu toate acestea Iossif Șklovski nu este defetist, pentru el solitudinea cosmică înseamnă conștiința unor obligații suplimentare pentru omenire care, avînd certitudinea unicității sale, trebuie să se constituie într-o avangardă a vieții, populînd o întindere cît mai mare din Galaxie. După cum afirmă savantul sovietic: „Certitudinea că nimeni nu ne va da indicații asupra modului de a cuceri Cosmosul și asupra strategiei pe care trebuie s-o urmeze civilizația noastră unică trebuie să sporească simțul responsabilității pentru actele indivizilor și ale întregii umanități".

Revenind la punctul de vedere mult mai optimist pe care l-am exprimat mai înainte, să încercăm să schițăm un răspuns la două întrebări care se ridică imediat. Unde se află semenii noștri întru rațiune? Ce înfățișare pot ei să aibă?

În mod curent, preocupările exobiologice s-au înscris într-o uriașă sferă cosmică cu diametrul de 22 de ani-lumină, considerată a fi cea mai accesibilă în condițiile actualei dezvoltări a mijloacelor noastre de comunicație. În interiorul acestui spațiu, se află un număr de 13 stele asemănătoare Soarelui, cuprinse între clasele spectrale F_0 și K_2. Desigur, în interiorul sferei cu raza de 22 de ani-lumină se mai află și alte stele, cum ar fi masivele Sirius, Procyon și Altair, situate la 8,7; 11,3 respectiv 16,5 a.l. de Terra. Tot aici mai întîlnim și stele mult mai mici decît Soarele, cum sînt η Cassiopeae B, situată la 18 ani-lumină și 36 Ophiuchi C, aflată la 18,2 ani-lumină de planeta noastră. După cum am stabilit mai înainte, este greu de presupus că pe o planetă care se rotește în jurul unei astfel de stele ar putea apare complexul fenomen al vieții.

Chiar și în aceste condiții, șansele de a întîlni o civilizație care să se fi dezvoltat în apropierea uneia din cele 13 stele amintite mai sus ni se pare minimă. Nu are rost să clădim castele uriașe de nisip — nimic nu dăunează mai mult științei decît optimismul excesiv, lipsit de soliditatea fundamentelor

obiective. Tocmai pentru aceasta, trebuie să recunoaștem că nu avem pentru moment posibilitatea de a afla structura sistemelor planetare apropiate de Terra. Singura metodă disponibilă este analiza perturbațiilor pe care masele planetare le induc în traiectoria stelei centrale, perturbații care pot fi provocate de un număr foarte mare de combinații de mase planetare.

Deci, mai ales că în regiunea niciuneia din acele stele nu am observat încă un „miracol cosmic", se pare că va mai trebui să așteptăm pînă la localizarea unei civilizații extraterestre, și stabilirea de contacte cu acestea. În mod cert, însă, nu avem motive de disperare, căci totul s-ar putea să nu fie altceva decît o criză în actualele noastre mijloace de investigare a tainelor Universului.

Pe de altă parte, este lesne de închipuit că viața are multe alte surse de izbîndă la scară cosmică. Iată, de exemplu, cercetările care s-au făcut în anul 1984 cu ajutorul unui telescop cu raze infraroșii, care au arătat că în jurul stelei Vega, aflată la 26,5 ani-lumină de Terra, s-ar putea afla un sistem planetar. Masa stelei Vega, una din cele mai strălucitoare stele de pe firmament, este de două ori mai mare decît masa Soarelui, iar luminozitatea sa întrece 60 de Sori. În jurul său s-ar putea găsi un sistem planetar cu o extindere dublă față de sistemul nostru.

Avînd în vedere dimensiunile mari ale stelei Vega, presupunem că ea va supraviețui în secvența principală timp de aproximativ 3 miliarde de ani, vîrsta sa actuală fiind de „numai" cîteva sute de milioane de ani. În aceste condiții, mai are oare viața șanse de a apare și de a evolua? Probabilitatea apariției este certă, în mod sigur Vega fiind posesoarea unei ecosfere de o remarcabilă extindere. În ceea ce privește șansele de atingere a stadiului tehnologic de dezvoltare, trebuie să fim mult mai sceptici, 3 miliarde de ani părînduni-se un interval de timp prea scurt.

Cu toate acestea, de ce să răpim vieții șansa de a găsi o scurtătură care s-aducă în 2,5 miliarde ani de la aminoacidul primar la o civilizație cosmică? Aceasta nu înseamnă nicidecum o abdicare de la principii, ci numai o evaluare a unor posibile realități care ne-ar putea obliga să le schimbăm.

Și atunci cînd va surveni momentul crucial al întîlnirii, cu cine (sau cu ce) vom avea de-a face? Pradă antropocentrismului său feroce, omul și-a închipuit mereu reprezentanții ci-

vilizațiilor extraterestre sub o formă umanoidă, găsind chiar și argumente pentru o astfel de poziție. Campionul unei astfel de abordări este scriitorul sovietic I. A. Efremov, care în lucrarea sa „Corăbii astrale", publicată în anul 1947, face o impresionantă pledoarie pentru aspectul antropoform: „. . . este nevoie ca organele simțurilor să fie bine dezvoltate, mai ales văzul binocular stereoscopic, capabil să cuprindă spațiile, să rețină exact obiectele ce se află într-însul, să formeze o reprezentare exactă a formelor și a felului în care sînt ele dispuse [. . .]. Capul trebuie să se afle în partea din față a corpului, venind în primul rînd în contact cu lumea înconjurătoare; la rîndul lor, organele simțurilor trebuie să se afle la o cît mai mare apropiere de creier, pentru o mai grabnică transmitere a excitațiilor. În plus, ființa cugetătoare trebuie să se poată deplasa cu ușurință, să aibă membrele complexe, capabile să muncească, pentru că numai prin activitate, prin obișnuința muncii se dezvoltă puterea de înțelegere a lumii înconjurătoare și animalul se transformă în om.

(. . .) Animalul cugetător trebuie să fie vertebrat, să aibă o cutie craniană și cam aceeași statură cu noi. Toate acestea nu sînt întîmplătoare. Creierul poate să se dezvolte numai atunci cînd craniul nu constituie o armă de apărare, cînd el nu este îngreunat de coarne, de colți, de maxilare mari, cînd nu scurmă pămîntul și nu apucă prada (. . .). Menirea membrelor trebuie să fie diferită: unele trebuie să îndeplinească funcția de deplasare, și acestea sînt picioarele; altele, mîinile, trebuie să servească la apucat avînd mișcări variate și complexe. Toate acestea sînt legate de o condiție importantă, și anume: craniul trebuie să se afle la o anumită înălțime de pămînt, căci astfel facultatea de percepere a lumii înconjurătoare se va diminua.

Concluzia: înfățișarea omului, chipul său de animal cugetător nu sînt întîmplătoare, ci corespund în cel mai înalt grad unui organism care posedă un uriaș creier cugetător. De aceea, orice altă ființă cugetătoare trebuie să posede multe din caracteristicile structurii omenești; mai cu seamă ale creierului său".

Ne-am permis un citat consistent din frumoasa pledoarie a lui I. A. Efremov, cu intenția precisă de a sublinia schimbarea profundă intervenită în abordarea acestei probleme în cei aproape 40 de ani scurși de la elaborarea lucrării. Astăzi sîntem bine informați asupra drumului sinuos pe care viața a trebuit să-l parcurgă pentru a da naștere formei umanoide,

sinuozității determinate de o multitudine de momente particulare ale evoluției planetei noastre. Efectiv, putem avea certitudinea că pe nici o altă planetă din Univers nu s-a petrecut un proces evolutiv identic cu cel terestru, chiar dacă planeta respectivă este în bună parte asemănătoare Terrei.

Chiar dacă civilizația noastră nu este singură în Univers, ea este unică din punct de vedere al formei concrete în care se manifestă în zilele noastre. Primii care au devenit conștienți de această probabilă realitate au fost creatorii de literatură S.F., care și-au populat povestirile cu creaturi dintre cele mai ciudate. De la caracatița marțiană imaginată de H. G. Wells, pînă la oceanul gînditor al lui Stanislav Lem, literatura S.F. este bogat populată de apariții dintre cele mai ciudate. James White, de exemplu, descrie pe reprezentanții celor 69 de forme de viață grupate într-o Federație Galactică, între care apar crustacee acvatice, omizi cu șase picioare, crabi, pere mișcătoare, elefanți, tatu, libelule, păsări, cocostîrci cu trei picioare, păianjeni și amibe înzestrate cu rațiune. De orice îl putem învinui pe scriitorul american, numai de lipsă de fantezie nu.

Chiar dacă păcătuiește prin excesul de forme zoomorfe, o astfel de abordare ne pare mai creatoare, prin recunoașterea posibilității de apariție a unor forme de viață complet diferite de forma umanoidă. Este suficient să ne închipuim cum a putut evolua viața pe o planetă avînd o dată și jumătate masa terestră. În condiții de gravitație crescută, toate elementele anatomice sînt supuse unor solicitări mai mari. Oasele trebuie să suporte o greutate mai mare, inima trebuie să pompeze mai mult sînge, iar mușchii trebuie să fie mai puternici, pentru a înfrînge gravitația puternică. În aceste condiții, poate că nu ar fi fost posibilă practicarea unei poziții verticale, particularitate de care sîntem atît de mîndri și care ne cauzează atîtea neplăceri.

Mai mult chiar, poate că aceste ființe au ajuns să evite urmările neplăcute ale gravitației prin adaptarea la condiții acvatice de existență. În această situație, civilizația creată deastfel de ființe rationale poate fi atît de diferită de civilizația terestră, încît nici măcar să n-o recunoaștem ca atare. Aici, am ajuns la ultima esență a problemei: mai mult decît aspectul exterior al creatorilor unei civilizații extraterestre (a cărei schițare, poate, este însă prematură), importantă este capacitatea acestora de a se angaja într-un dialog inteligibil, deschis și fructuos, cu tînăra noastră civilizație.

MOARTEA PIȚIGOIULUI

Într-o încîntătoare zi de mai, cu prilejul unei plimbări prin pădure, am capturat un pui de pițigoi, care zbura neîndemînatic de la un tufiș la altul. Spre marea încîntare a fetiței noastre, frumoasa păsărică a fost cazată temporar într-o cutie de carton, pe care am legat-o bine pentru a evita orice tentativă de evadare. Grijulii pentru soarta gingașului captiv, am practicat în cutie și orificii pentru ventilație, după care am plecat spre casă.

În cuprinsul orei de drum, am putut admira neobositul efort pe care, cu o vitalitate care ne părea ieșită din comun, pițigoiul îl depunea pentru a-și recîștiga libertatea. Eforturile n-ar fi rămas fără rezultat, căci la un moment dat a reușit să lărgească atît de mult o gaură prin care inițial îi încăpea numai ciocul, încît numai intervenția noastră promptă l-a împiedicat să evadeze.

Ajunși acasă, prima noastră grijă a fost să oferim o locuință confortabilă neobișnuitului nostru captiv. Dintr-o lădiță de lemn și o plasă de sîrmă am improvizat o cușcă, în care am pus un vas cu apă, iarbă, firimituri de pîine și semințe „sustrase" din tainul papagalilor, a căror vocație domestică contrasta dramatic cu zbuciumul pițigoiului. Dar iată că zbuciumul a încetat, căci păsărica s-a convins că nu mai are nici o șansă de a scăpa din captivitate. S-a retras într-un colț, păstrînd o imobilitate care ne sugera o imagine a disperării mute.

Am făcut totul pentru a ne împrieteni cu pițigoiul. Nu numai că i-am oferit hrană, dar am și vorbit cu el, strecurînd în glas cele mai patetice intonații ale prieteniei. Cu toate acestea, la prima oră a dimineții, cînd ne pregăteam pentru o nouă zi de muncă, am găsit pițigoiul mort, lipit de plasa de sîrmă care-i reteza brutal orice năzuință de libertate. A murit oare cheltuindu-și ultima picătură de energie într-o luptă deșartă pentru libertate, sau a fost pur și simplu strivit de angrenajul unor întîmplări a căror rațiune rămînea neînțeleasă pentru el?

În orice caz, micuța pasăre, pe care abia o simțeai în palmă, ne-a dat o bună lecție de curaj și de demnitate. Și a fost, oricît ar fi paralela de îndepărtată, și un bun prilej de reflecție asupra aspectelor etice și morale ale contactului între două civilizații diferite. Căci, trebuie să recunoaștem, un astfel de contact este dorit de mulți dintre noi, ca o experiență de

maximă importanță pentru evoluția viitoare a omenirii. Dar, pentru moment, sîntem conștienți de faptul că întîlnirea nu poate avea loc decît pe Terra, întrucît omenirea nu are încă posibilitatea de a străbate imensele distanțe care ne despart de vetrele vieții.

O civilizație care a putut străbate cu succes hăurile cosmice pentru a poposi pe modesta noastră planetă, deține în mod cert un important avans tehnologic față de civilizația terestră, precum și un alt nivel de înțelegere și de cunoaștere a fenomenelor cosmice. La aceasta se mai adaugă și particularitățile existente în structura materială și spirituală a civilizației respective, fapt care poate îngreuna considerabil orice tentativă de comunicare.

Desigur, omenirea nu va fi neputincioasă, precum pițigoiul al cărui trist destin ne-a inspirat aceste rînduri. Cei mai avizați reprezentanți ai ei au deja posibilitatea de a face față problemelor ridicate de contactul cu o civilizație extraterestră, reprezentînd cu cinste omenirea într-o încercare atît de importantă. Dar, în altă ordine de idei, nu putem avea certitudinea că omenirea, luată în ansamblul ei, s-ar comporta după cum este de dorit într-un moment atît de încărcat în semnificații.

Am putea caracteriza actuala poziție a omenirii prin ceea ce am numit „sindromul străzii necunoscute", prin care înțelegem faptul că, obligați de împrejurări să străbatem, în fapt o noapte, o stradă întunecoasă, am evita cu grijă apropierea de orice umbră care ne-ar apare în cale. Putem deci cu inima împăcată afirma că întreaga omenire străbate acum o stradă întunecoasă, frica și crisparea făcînd-o să se teamă pînă și de propria sa umbră.

Căci, din păcate, acesta este unul din elementele care se simte în actualul stadiu de dezvoltare al civilizației noastre: frica. Permițîndu-ne o licență poetică, am spune că, așa cum se vorbește despre o genă ancestrală a cancerului, tot așa se poate vorbi și despre o genă ancestrală a fricii. Desigur, exprimarea este numai figurată, căci frica este și un sentiment util, ea fiind îngemănată cu prudența, fiind deci unul din factorii care asigură supraviețuirea unei ființe vii. Dar omul, deși s-a eliberat în bună parte de frica față de fenomenele naturale sau față de animale, a văzut născîndu-se în el o frică absurdă, întortocheată și devoratoare: frica față de semenii săi.

Această frică își are poate originea în negurile timpului, atunci cînd omul, rezultat al unei evoluții pripite, și-a pierdut

posibilitățile de comunicare directă, de la creier la creier, cu semenii săi. În acel moment s-a decis destinul omenirii, dezvoltarea civilizației umane fiind pusă pe făgașul binecunoscut nouă. Tot atunci, omul a devenit o enigmă pentru om, caracterul dual al naturii umane fiind un ascunziș pentru cele mai abjecte porniri și sentimente, foarte ușor de ascuns sub masca înfățișării exterioare (Talleyrand — „Vorba a fost dată omului pentru a-și ascunde gîndurile").

Pentru prima dată, gîndurile omului au fost eliberate de cenzura comunicării directe între creiere, care excludea orice intenție ascunsă. Mintea omenească a putut acum crea nestingherită monștri, între care cel mai fioros este frica față de semeni, expresie a nesiguranței în fața unor intenții incerte. Întreaga istorie a omenirii este marcată de această frică, și reflectările ei în planul istoriei umanității le întîlnim sub numele de război. Dacă omul ar fi avut de luptat numai cu animalele, armele sale ar fi fost și astăzi sulița și arcul cu săgeata, cel mult arbaleta. Dar frica față de semenii săi l-a împins la construirea de arbalete atomice, iluzorii mijloace de combatere a fricii.

Toate aceste arme sofisticate au rolul de a ne conferi siguranță, și de a descuraja pe orice agresor potențial. Într-un cuvînt, ele ar fi adevărate mijloace de combatere a fricii, omenirea întreagă putînd trăi liniștită în umbra lor. Dar nu este așa: nimic nu există pe Terra mai înfricoșător decît mijloacele de combatere a fricii!

Pentru moment, această frică grevează nemilos și modul în care abordăm problema contactului cu o civilizație extraterestră. În literatura și cinematografia de factură S.F. abundă ființe extraterestre posesoare ale unor abilități tehnice ieșite din comun, pe care le pun în slujba unor interese veroase și hrăpărețe; în majoritatea cazurilor, acești reprezentanți ai unor civilizații extraterestre urmăresc să cotropească Terra și să robească pe locuitorii ei. Între amintirile de copil, îmi răsună și astăzi în urechi vocea gravă și preocupată care realiza generic sonor al binecunoscutului serial „Invadatorii": „Invadatorii. Ființe străine, dintr-o altă galaxie. Destinația lor: Pămîntul — Scopul lor: să-l facă lumea lor".

Revenind la parabola străzii întunecoase, ni se pare logic ca omenirea să fie cu atît mai înfricoșată, cu cît umbra pe care o întrevăd în întunericul plin de mister al nopții are o siluetă nefamiliară. Frica de necunoscut, teama că putem fi ținta unor intenții pe care noi înșine le nutrim în secret, sînt cu atît mai

puțin de stăpînit, cu cît avem certitudinea că intrăm în contact cu o civilizație care promovează alte valori decît civilizația terestră. La aceasta, s-ar putea adăuga și factorul care a provocat moartea pițigoiului a cărui viață am jertfit-o fără voie: neputința de a pătrunde esența unor evenimente a căror semnificație ne scapă, dar care sînt stăpînele autoritare ale destinului nostru.

Pentru aceasta, considerăm că de maximă importanță pentru viitorul omenirii este abordarea problemelor etice și morale pe care le ridică vastul subiect al contactului cu o civilizație extraterestră. Desigur, am putea discuta aspecte foarte interesante legate de realizarea unor expediții interstelare, sau de problema căutării prin radioastronomie a semnalelor provenind de la alte civilizații. Dar toate acestea sînt aspecte ale activității cosmice umane care se bucură deja de rezolvări sau inițiative remarcabile, care ne dau încredere în posibilitățile tehnice ale omenirii, în timp ce făurirea unei concepții eliberate de prejudecăți în problema contactului cu o altă civilizație, proces complex de o durată mult mai mare, putem spune că nici măcar nu a început.

În felul acesta, la întrebările devenite tradiționale: Unde se află semenii noștri întru rațiune? Ce înfățișare pot avea ei? se adaugă o serie de întrebări mai delicate: Ce mod specific de structurare deține civilizația făurită de ei? Ce valori spirituale și materiale promovează aceasta? Prezintă ea precepte de natură morală sau etică? Și, în sfîrșit, o altă întrebare: Semenii noștri întru rațiune doresc să stabilească o legătură cu noi? Ce șanse avem de-a reprezenta pentru ei partenerii doriți?

Presupunînd că reprezentanții unei civilizații extraterestre au primit misiunea de a studia planeta noastră, și de-a identifica speciile inteligente care o locuiesc, specialistul Charles Kohlhase (California Institute of Technology — S.U.A.) pleacă de la presupunerea, pe deplin credibilă, că aspectul nostru nu spune nimic despre înzestrarea noastră cu rațiune. Pentru aceasta, extratereștrii vor trebui să-și concentreze pe rînd atenția asupra tuturor speciilor de ființe terestre, începînd cu gîndacul de bucătărie și terminînd cu uriașa balenă albastră (omul aflîndu-se pe undeva la mijlocul scalei dimensiunilor).

Pentru a duce la bun sfîrșit misiunea sa, expediția extraterestră va avea nevoie de o serie de criterii de evaluare a poziției pe care o ocupă fiecare specie în parte în marea pira-

midă a vieții terestre. Unul dintre aceste criterii ar putea fi mobilitatea structurilor genetice, mai exact spus capacitatea ADN de a produce modificări utile imperativului adaptării organismului la mediu. Efectuînd o radiografiere a structurilor genetice, extratereștrii vor avea surpriza să constate o remarcabilă uniformitate în planul acestor structuri, singurii factori care ar permite o diferențiere fiind următoarele: durata totală a existenței speciei respective pe Terra, dimensiunile populației aparținînd speciei analizate și, în sfîrșit abilitatea de a supraviețui dezastrelor naturale.

Desigur, capacitatea de a supraviețui este, în sine, foarte importantă. Dar, afirmă Charles Cohlhase, extratereștrii vor împinge mai departe analiza, constituind și un criteriu al supraviețuirii cu succes. Căci, oricît de importantă ar fi capacitatea primară de a supraviețui, mult mai reușită ni se pare supraviețuirea unei specii care nu este bazată pe oprimarea altor specii, sau pe alterarea echilibrului natural.

În sfîrșit, ultimul criteriu pe care îl propune specialistul american ar fi capacitatea fiecărei specii de a crea obiecte cu semnificație, cărora le acordă importanță, și care nu sînt esențiale pentru supraviețuire. În rîndul acestor obiecte cu semnificație (mai corect spus, alături de ele), putem clasa și diferitele manifestări de comportament care nu au o legătură directă, sau direct observabilă, cu supraviețuirea.

Să vedem acum în ce mod ar putea extratereștrii să opereze cu aceste trei criterii. Ca o indicație metodologică de bază, s-ar putea considera că fiecărei specii analizate i se poate acorda un calificativ, care să meargă de la 0 pînă la 10. O valoare cuprinsă între 0 și 4 arată că specia considerată nu răspunde deloc, sau în mică măsură, criteriului ales, în timp ce o valoare cuprinsă între 5 și 10 arată o tendință contrară.

În ceea ce privește abilitatea primară de supraviețuire, am văzut că principalele criterii ar putea fi durata totală de existență a speciei respective, dimensiunile populației (numărul total de indivizi) și abilitatea de a supraviețui dezastrelor naturale. Chiar și această simplă enumerare este suficientă pentru a arăta că omul deține o poziție deloc privilegiată; în comparație cu insectele, de pildă, el este în netă inferioritate. Dacă existența sutelor de mii de specii de insecte se măsoară în zeci de milioane de ani, cea a speciei umane se ridică la „numai" cîteva milioane de ani. În ceea ce privește numărul de indivizi, nici nu are rost să comparăm cele 4,8 miliarde ale speciei umane cu sutele de milioane de insecte care împînzesc suprafața Terrei. În sfîrșit, insectele au posibilități mult mai variate decît omul de a supraviețui dezastrelor naturale.

Pentru aceasta, extraterestrul va acorda un punctaj mai consistent insectelor, cum ar fi gîndacul de bucătărie sau termitele, care ar primi astfel 6 puncte, în timp ce omului i s-ar atribui numai 5 puncte. Adică, un punctaj asemănător cu cel pe care l-ar merita delfinul, rechinul alb și vrabia. În clasament, pe ultimele locuri, cu un punctaj minim (1), s-ar situa tigrul bengalez și condorul californian, specii animale aflate în curs de extincție. Extraterestrul nostru dă dovadă de modestie, el atribuindu-și 8 puncte, dînd astfel expresie convingerilor sale că în Univers pot exista specii mai bine adaptate cerințelor evoluției.

Acordarea punctajului se complică în mod considerabil cînd încercăm să evaluăm capacitatea de a supraviețui cu succes, determinată ca fiind posibilitatea unei specii de a-și asigura existența fără a altera echilibrul natural, și fără a aduce prejudicii speciilor cu care împarte același teritoriu. În acest punct, omul ne apare sub o perspectivă dedublată: de-o parte, omul constructiv, interesat profund de problemele integrării sale perfecte în mediul planetar. De cealaltă parte, omul distructiv (din punctul nostru de vedere), care realizează fiecare pas evolutiv (din punctul său de vedere) în detrimentul mediului său natural sau al unor specii cu care el a conviețuit la început. Din păcate, omul se prezintă mai ales sub cea de-a doua perspectivă; aproape că nu a mai rămas locșor pe Terra care să nu fie atins de poluare, pădurile dispar într-un ritm rapid în timp ce zonele deșertice se extind fără încetare, sute de specii de viețuitoare sînt în pericol de dispariție ca urmare a activităților umane.

În aceste condiții, avem toate șansele ca intransigentul extraterestru să ne acorde un punctaj minim care, fără a fi nul, reflectă uimirea de a descoperi pe a treia planetă a sistemului solar o specie a cărei activitate distructivă este vizibilă chiar de la depărtări cosmice. Deci, cu indulgență, 2 puncte. Aceasta, în timp ce pașnicele insecte pe care le-am amintit mai sus se bucură din nou de un punctaj ridicat: 6 puncte.

Ultimul criteriu pare să aducă un avantaj zdrobitor pentru specia umană, singura pe care o știm în stare de a crea lucruri numai de dragul creației, de a face „artă pentru artă". În primul rînd, nu putem avea certitudinea că specia noastră deține monopolul inutilității biologice a unei părți din activitățile sale. Balena sau delfinul au creat poate cîntece (cele ale

balenelor au fost înregistrate) pe care le găsesc, probabil, minunat de frumoase. Dar juriului extraterestru îi lipsește îngîmfarea pe care omul o afișează în relațiile cu speciile animale lipsite de rațiune, putînd deci evalua la justa lor valoare aceste cîntece. În al doilea rînd, omul are un deosebit talent de a crea obiecte și de a stabili obiceiuri care se constituie în adevărate frîne în calea dezvoltării, sau viciază considerabil traseul acesteia.

Pentru aceasta, avînd în vedere faptul că extraterestrul și-a acordat maximum 8 puncte din 10 posibile, să presupunem că nu merităm mai mult de 5 puncte la cel de-al treilea criteriu. În aceste condiții, chiar dacă atribuim competitoarelor noastre scorul minim (0 puncte), vom avea surpriza să constatăm că bilanțul ne aduce pe același plan cu gîndacii de bucătărie și cu termitele, cu un total de 12 puncte.

Ce este de făcut? Să ne supărăm pentru rezultatul viciat al acestei evaluări incorecte? Norocul nostru este că totul este rezultatul unui spumos joc al imaginației. Imaginație care ne îndeamnă să reflectăm la tabloul gravelor disfuncționalități pe care îl prezintă civilizația noastră unui observator, fie el și extraterestru:

— 800 de milioane de ființe umane suferind de boli endemice, sau purtătoare ale unor marcante aberații genetice;

— 900 de milioane de analfabeți, eliminați cu brutalitate din circuitul planetar al valorilor intelectuale;

— 1,2 miliarde de oameni înfometați și subnutriți (marea lor majoritate cumulînd și suferințele amintite mai sus);

— 2,6 miliarde de oameni care, pe „planeta albastră", acoperită în proporție de peste 2 treimi cu apă, suferă de sete, neavînd suficientă apă pentru satisfacerea integrală a necesarului organismului.

Enumerarea ar putea continua, dar ne-am limitat la acele disfuncționalități ale civilizației noastre care afectează nemijlocit ființa umană. În ochii unui observator extraterestru, omenirea se poate face vinovată de o crimă pe care e posibil ca nici o civilizație înțeleaptă să nu o poată accepta: lipsa de considerație și de interes față de semeni. Cu ce încredere am putea aborda noi, ajunși pe cărările de lumină ale Universului, o civilizație care spoliază fără îndurare mediul natural, și care ucide fără milă pe proprii săi fii?

Omenirea are posibilitatea de a depăși cu succes actualul moment de răscruce. Pentru aceasta, nu este nevoie de o intervenție extraterestră — așteptarea unei astfel de intervenții

este o nouă legendă mesianică, cel puțin la fel de păgubitoare pentru omenire. Rezolvarea tuturor problemelor omenirii poate — și trebuie — să provină de pe Terra.

Poate că „invadatorii" sînt deja aici, și ne urmăresc. Pentru faptul că nu au intervenit acum în istoria noastră, vom avea poate ocazia să le mulțumim atunci cînd omenirea va intra, cu adevărat, în Era Rațiunii, eliberîndu-se de frica ancestrală și de spaimele atomice. Atunci cînd ceea ce este azi mai bun și mai progresist va învinge, omenirea va putea angaja în calitate de partener egal și responsabil, un dialog cu alte civilizații, aruncînd punți peste hăurile întunecate ale Universului.

Căci, tot mai mult avem impresia că singurul impediment serios în calea acestui deziderat suprem este stupida noastră zăbavă pe o stradă întunecoasă, pe care nu găsim, pentru moment, destulă putere să o luminăm . . .

Cluj-Napoca, 1984

Anul 4.500.000.000 al Terrei
Anul 6.000.000 al speciei umane
Anul 27 al Erei Spațiale

Pentru a prezenta evoluția ideilor asupra procesului de devenire a speciei noastre, evoluția mereu accelerată în zilele noastre, vom înfățișa pentru început arborele filogenetic al primatelor, pe care l-au întocmit în anul 1979 prestigioșii antropologi americani J. Brace, R. Nelson și S. Korn (Brace Nelson & Korn — *Atlas of Human Evolution*, Hort, Rinehart & Winston, New York 1979).

Chiar dacă are un aspect foarte „modern", arborele trasat de Brace și colaboratorii are la bază concepția conform căreia evoluția omului s-a desfășurat în ultimii 20 de milioane de ani pe o linie privilegiată, din care nu lipsesc *Aegyptopithecus zeuxis* și incertul *Sivapithecus*. Conform concepției savanților americani, separarea hominidelor din trunchiul comun al maimuțelor, petrecută în urmă cu peste 20 de milioane de ani, a dus la apariția unei linii evolutive din care s-a desprins orangutanul, și pe care au părăsit-o succesiv strămoșii direcți ai omului, înainte de separarea gorilei și a cimpanzeului.

După cum rezultă din graficul alăturat, alcătuit în funcție de datele prezentate de către antropologul american David Pilbeam (The Descent of Hominoids and Hominids — *Scientific American*, III 1984) în numai 5 ani concepția despre evoluția Ordinului primatelor a evoluat considerabil.

În acest arbore filogenetic, care înglobează cele mai recente cercetări antropologice, precum și cercetările de biochimie celulară, rezultă cu claritate momentul divergenței între cimpazeu și hominide, petrecută cu 6—7 milioane de ani în urmă. De asemenea, se găsește un loc și pentru incomodele fosile de *Proconsul* și *Sivapithecus* (acesta din urmă fiind inclus în specia *Pongidae*, fiind deci un strămoș direct al orangutanului, după desprinderea din trunchiul comun al hominoidelor).

În felul acesta, se subliniază pentru prima dată lipsa oricărei legături filogenetice între *Proconsul* și *Sivapithecus*, pe de-o parte, și genul *Homo* pe de altă parte. Cîștigînd în claritate, teoria antropologică contribuie din nou la „demitizarea" poziției omului, a cărui „coborîre din maimuță", oricît de neplăcută li se arată unora o astfel de idee, pare să fi avut loc destul de recent.

Acest arbore filogenetic, inspirat din teoriile antropologului francez Yves Coppens, merită amintit pentru locul pe care-l ocupă în istoria ideilor despre evoluția umană.

În primul rînd, atrage atenția extensia temporală restrînsă a scenariului evolutiv propus (2 milioane de ani). Australopitecii, pitecantropii și neanderthalienii sînt considerați forme colaterale, iradiate din originea comună (necunoscută) a tuturor hominidelor.

Criteriul metodologic ales ne pare cel puțin îndoielnic, căci elimină din filogenia speciei noastre toate formele extincte a căror înfățișare diferă de înfățișarea omului modern. Acest criteriu era bazat pe studierea unor fosile fragmentare descoperite la Steinheim, Swanscombe și Fontéchevade, a căror studiere comparativă a arătat că nu aparțin unor strămoși al lui *Homo sapiens*.

Ori, o analiză ceva mai recentă putea deja să arate că *Australopithecus africanus*, în forma sa primitivă, poate fi integrat pe deplin în filogenia umană, în timp ce *Pithecanthropus erectus* poate fi asimilat cu *Homo habilis* din concepțiile antropologice mai recente.

Dr. Louis Leakey, care pînă la moartea sa a fost directorul Centrului pentru preistorie și paleontologie din cadrul Muzeului Național din Nairobi (Kenya), a fost primul care a atras atenția asupra vechimii și importanței fosilelor descoperite în zona ecuatorială a Africii.

Cu toate acestea, datele de care dispunea distinsul antropolog nu erau suficient de complete pentru a trasa cu certitudine arborele genealogic al omului. Chiar și denumirile utilizate *(Kenyapithecus, Zinjanthropus, Pithecanthropus)* sînt demult ieșite din uz, studiile antropologice ulterioare dovedind că toate fosilele respective pot fi incluse în categoria australopitecilor.

Astfel, *Kenyapithecus* poate fi asimilat cu *Australopithecus africanus*, strămoșul comun al celorlalte forme de australopiteci, dar nu și al genului *Homo* (după cum afirmă D. Johanson și T. White în 1984). Pe de altă parte, cercetările ulterioare au arătat că *Pithecanthropus erectus* nu este decît o formă evoluată de *Homo habilis*, premergătoare apariției lui *Homo erectus*.

La fel ca și predecesorii săi, Dr. Louis Leakey consideră că evoluția omului s-a desfășurat pe o linie continuă pe parcursul a 20 de milioane de ani, fără ramificări esențiale pentru configurația procesului de dezvoltare.

Tabloul prezentat alăturat a făcut o îndelungată carieră în istoria ideilor asupra evoluției speciei umane.

Principalul său element distinctiv este evidențierea liniei extincte *Paranthropus robustus*, care ar urma să cuprindă o serie de forme dispărute cu mult timp în urmă, cum ar fi australopitecii din Africa australă, zinjantropul kenyan descoperit de Dr. Louis Leakey la Olduvai, precum și *Meganthropus* (descoperit în Insula Java). Această linie este deci mai cuprinzătoare decît cea a lui *Australopithecus robustus*, al cărui loc în filogenia umană era greu de stabilit cu precizie în urmă cu aproximativ 15 ani.

Atît *Paranthropus robustus*, cît și *Homo sapiens neanderthalensis*, sînt considerate linii slab dezvoltate și puțin adaptate mediului, care au fost eliminate din competiția pentru supraviețuire de către forme umanoide mai evoluate.

Un element distinctiv al acestei concepții este includerea în filogenia umană a lui *Ramapithecus punjabicus*, a cărui localizare în timp este incertă, după cum incertă este și apartenența sa la ascendența umană.

După cum aminteam înainte, principala trăsătură a concepției antropologice a prof. J. Brace este presupunerea că a existat o linie evolutivă continuă pe parcursul a mai bine de 20 de milioane de ani, în care se încadrează toate formele cunoscute de hominide.

Această schemă evolutivă a fost pe bună dreptate critică (în 1979, J. Brace începea să-i recunoască defectele). Ea este în același timp complicată și simplistă; complicată — căci încearcă cuprinderea tuturor urmelor fosile de hominide cunoscute de către antropologie, simplistă — întrucît nu încearcă să pună ordine în multitudinea dovezilor paleontologice de care dispune deja antropologia.

Ceea ce este totuși remarcabil, și se evidențiază și în luările de poziție anterioare, este includerea certă a australopitecilor în ascendența umană directă, element în măsură să aducă clarificări fundamentale în arborele filogenetic al omului. Lipsa unor date fosile certe și coerente a împiedicat însă evidențierea formelor de australopiteci, și la acest nivel putem plasa principala deficiență a concepției prof. J. Brace.

Cu arborele filogenetic trasat de către Richard Leakey, director al Muzeului Național din Kenya, revenim în spațiul ultimelor 5 milioane de ani. Aceasta este o dovadă a faptului că antropologii au renunțat la tendința de a stabili o filogenie umană întinsă pe parcursul a 20 de milioane de ani.

Aflat sub influența tradiției semicentenare pe care familia sa o deține în domeniul cercetărilor antropologice, R. Leakey nu se depărtează mult de pozițiile apărate de către ilustrul său părinte, Louis Leakey. Astfel, el consideră că genul *Homo* a apărut ca particulă distinctă în urmă cu aproximativ 5 milioane de ani, după care a urmat o evoluție mereu ascendentă, culminînd cu *Homo sapiens* de azi. Australopitecii sînt considerați forme hominide fără nici o legătură cu specia noastră, slab adaptate chiar și la condițiile specifice din Africa australă.

Poziția lui R. Leakey se bazează pe ignorarea voită a rezultatelor valoroaselor cercetări antropologice întreprinse la Laetoli și Hadar, considerînd că toate fosilele descoperite acolo aparțin ramurii australopitecine. În felul acesta, ar rezulta că primele fosile cunoscute ale strămoșilor direcți ai omului ar fi tot cele vechi de aproximativ 2,5 milioane ani, descoperite de familia Leakey la Olduvai și Koobi Fora.

Avem aici o dovadă a faptului că gelozia nu este cel mai bun sfătuitor...

Arborele genealogic trasat de către Phillip Valentine Tobias, profesor la Universitatea din Wittwaterstrand (Africa de Sud), prefigurează deja abordarea modernă a problemei evoluției umane.

În lucrările antropologului sud-african se întrevede tendința de a asambla într-un sistem încheiat toate urmele fosile descoperite pe teritoriul Africii. Dar, după părerea prof. Tobias, fosilele descoperite în Etiopia și Tanzania nu sînt decît sub-specii ale lui *Australopithecus africanus*, negînd faptul că australopitecii descoperiți la Hadar ar fi mai primitivi decît cei cu o vechime mai mică, dar scoși la lumină înaintea acestora.

Într-un cuvînt, prof. Tobias nu vede o linie evolutivă exclusivă între *Australopithecus africanus* și urmașul său *Robustus/boisei*, considerîndu-l, pe primul drept strămoș comun al tuturor hominidelor ulterioare. Avînd însă în vedere marea deosebire care există între *Australopithecus africanus* și cimpanzeu, poziția prof. Tobias este excesiv de rigidă, prea puțin depărtată de teoriile anterioare. Datorită acestei rigidități, el a fost departe de formularea concluziilor care se impuneau în mod logic, și pe care antropologia avea dreptul să le aștepte.

Tabloul evolutiv pe care îl schiţează remarcabilii antropologi Donald Johanson şi Tim White, autorii descoperirilor de la Hadar (Etiopia), este astăzi acceptat de către tot mai mulţi antropologi. Între aceştia, un nume de marcă este David Pilbeam, al cărui nume am avut ocazia să-l amintim anterior.

Faţă de majoritatea celorlalţi antropologi, Johanson şi White au marele avantaj al lucrului nemijlocit cu urmele fosile, fapt care conferă claritate demersului lor teoretic. În accepţiunea lor, tipul de australopitec descoperit la Hadar (este vorba despre celebra „Lucy") este strămoşul comun al tuturor hominidelor ulterioare. În felul acesta, din *Australopithecus afarensis* au divers două linii distincte: *Australopithecus* şi *Homo*.

Reprezentanţii celor două linii au supravieţuit în aceeaşi zonă geografică: *Australopithecus africanus* cu *Homo habilis*, şi *Australopithecus robustus/boisei* cu *Homo erectus*. Desigur, ele au evoluat în mod diferit. În timp ce australopitecinele au regresat, retrăgîndu-se treptat în teritorii tot mai restrînse, *Homo* îşi extinde domnia pe trei continente (Africa, Asia şi Europa). Mai mult, chiar dacă nu au fost supuse unei concurenţe din partea omului, australopitecinele au dispărut de pe scara istoriei, omul rămînînd să-şi împartă planeta cu restul vieţuitoarelor.